

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

THS. VŨ THÀNH VINH (CHỦ BIÊN)
KS. VŨ MẠNH THỊNH
KS. NGUYỄN VĂN THẮNG

GIÁO TRÌNH
THỰC TẬP ĐIỆN TỬ VÀ
KỸ THUẬT SỐ 1

(Phần điện tử)

NGUYỄN
HỌC LIÊU

31



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

-----o0o-----

ThS. Vũ Thành Vinh (Chủ biên)

KS. Vũ Mạnh Thịnh

KS. Nguyễn Văn Thắng

**GIÁO TRÌNH
THỰC TẬP ĐIỆN TỬ VÀ
KỸ THUẬT SỐ 1
(PHẦN ĐIỆN TỬ)**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
Hà Nội – 2010**

MỤC LỤC

BÀI 1. CÁC LOẠI DIODE.....	9
1. MỤC ĐÍCH CHUNG	9
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	9
3. NỘI DUNG THỰC HÀNH	10
3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG.....	10
3.2. CẤP NGUỒN VÀ NỐI DÂY	10
3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP.....	11
3.3.1. Đặc trưng của diode	11
3.3.1.1. Si - DIODE (Silicon diode).....	11
3.3.1.2. GE - DIODE (Germanium diode)	15
3.3.1.3. Diode ổn áp	18
3.3.1.4. Diode phát quang (LED)	22
3.3.2. Bộ hạn chế và dịch mức tín hiệu dùng diode	25
3.3.2.1. Bộ hạn chế tín hiệu (Biased clipper).....	25
3.3.2.2. Bộ dịch mức tín hiệu (Biased clamper).....	29
3.3.3. Sơ đồ chỉnh lưu và lọc nguồn.....	33
3.3.3.1. Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ	34
3.3.3.2. Sơ đồ chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ	36
3.3.3.3. Sơ đồ chỉnh lưu cầu	37
3.3.3.4. Bộ lọc nguồn.....	40
3.3.4. Bộ hình thành tín hiệu.....	43
3.3.4.1. Nhiệm vụ	44
3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động	44
3.3.4.3. Các bước thực hiện	46

BÀI 2. SƠ ĐỒ KHUẾCH ĐẠI TRANZITOR	51
1. MỤC ĐÍCH.....	51
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	51
3. CÁC BƯỚC THỰC HIỆN	52
3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG.....	52
3.2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI	52
3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP	53
3.3.1. Khuếch đại một chiều tranzitor nối kiểu E chung.....	53
3.3.1.1. Sơ đồ với tranzitor NPN	53
3.3.1.2. Sơ đồ với tranzitor PNP.....	55
3.3.2. Khuếch đại xoay chiều tranzitor kiểu E chung	57
3.3.2.1. Nhiệm vụ.....	57
3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động.....	57
3.3.2.3. Các bài thực tập.....	58
3.3.3. Khuếch đại xoay chiều (AC) tranzitor với mạch phản hồi âm cho tầng khuếch đại emitter chung	60
3.3.3.1. Nhiệm vụ.....	60
3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động.....	61
3.3.3.3. Các bước thực hiện.....	61
3.3.4. Sơ đồ collector chung - tầng lặp lại emitter.....	65
3.3.4.1. Nhiệm vụ.....	65
3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động.....	65
3.3.4.3. Các bước thực hiện.....	66
3.3.5. Khuếch đại tranzitor kiểu base chung	71
3.3.5.1. Nhiệm vụ.....	71

3.3.5.2. Nguyên lý hoạt động	71
3.3.5.3. Các bước thực hiện	72
BÀI 3. KHUẾCH ĐẠI NỐI TĂNG DÙNG TRANZITOR	75
1. MỤC ĐÍCH CHUNG	75
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	75
3. CÁC BÀI THÍ NGHIỆM	75
3. 1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG	75
3. 2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI	76
3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP	76
3.3.1 Khuếch đại nối tăng	76
3.3.1.1. Nhiệm vụ	77
3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động	77
3.3.1.3. Các bước thực hiện	78
3.3.2. Khuếch đại vi sai	82
3.3.2.1. Nhiệm vụ	83
3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động	83
3.3.2.3. Các bước thực hiện	85
3.3.3. Bộ khuếch đại thuật toán trên tranzitor	86
3.3.3.1. Nhiệm vụ	86
3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động	87
3.3.3.3. Các bước thực hiện	88
BÀI 4. SƠ ĐỒ DAO ĐỘNG TÍN HIỆU DẠNG SIN	91
1. MỤC ĐÍCH	91
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT	91
3. CÁC BÀI THỰC HÀNH	91
3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG	91
3.2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI	92

3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP	92
3.3.1. Sơ đồ dao động dịch pha Zero.....	92
3.3.1.1. Nhiệm vụ.....	92
3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động.....	93
3.3.1.3. Các bước thực hiện.....	94
3.3.2. Sơ đồ dao động dịch pha	95
3.3.2.1. Nhiệm vụ.....	95
3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động.....	96
3.3.2.3. Các bước thực hiện.....	97
3.3.3. Sơ đồ dao động cao tần kiểu LC nối tiếp (Colpitts).....	98
3.3.3.1. Nhiệm vụ.....	98
3.3.3.2. Nguyên tắc hoạt động	98
3.3.3.3. Các bước thực hiện.....	99
3.3.4. Sơ đồ dao động Armstrong.....	100
3.3.4.1. Nhiệm vụ.....	100
3.3.4.2. Nguyên tắc hoạt động	100
3.3.4.3. Các bước thực hiện.....	101
3.3.5. Dao động thạch anh.....	102
3.3.5.1. Nhiệm vụ.....	102
3.3.5.2. Nguyên tắc hoạt động	102
3.3.5.3. Các bước thực hiện.....	104
BÀI 5. SƠ ĐỒ DAO ĐỘNG TÍN HIỆU KHÁC SIN.....	105
1. MỤC ĐÍCH.....	105
2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	105
3. NỘI DUNG THỰC HÀNH.....	105
3.1. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG	105

3.2. CẤP NGUỒN VÀ NỐI DÂY	106
3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP.....	106
3.3.1. Sơ đồ dao động đa hài	106
3.3.1.1. Nhiệm vụ	106
3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động	108
3.3.1.3. Các bước thực hiện	109
3.3.2. Sơ đồ đơn hài	111
3.3.2.1. Nhiệm vụ	111
3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động	111
3.3.2.3. Các bước thực hiện	113
3.3.3. Sơ đồ máy phát UJT.....	115
3.3.3.1. Nhiệm vụ	115
3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động	116
3.3.3.4. Các bước thực hiện	118
3.3.4. Sơ đồ hình thành tín hiệu dạng tam giác.....	119
3.3.4.1. Nhiệm vụ	119
3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động	119
3.3.4.3. Các bước thực hiện	121

BÀI 1. CÁC LOẠI DIODE

1. MỤC ĐÍCH CHUNG

Bài thí nghiệm này sẽ khảo sát đặc tính của các loại diode: Si-diode, Ge-diode, Zenner diode, diode phát quang (LED) và các chế độ làm việc của diode.

Khảo sát ứng dụng của diode trong các mạch: mạch hạn chế và dịch mức tín hiệu dùng diode, sơ đồ chỉnh lưu và lọc nguồn, bộ hình thành tín hiệu.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Để thực hành tốt được bài thí nghiệm yêu cầu sinh viên cần nắm rõ một số điểm sau:

- Hiểu rõ được đặc tính của mặt ghép p-n khi có ảnh hưởng của điện trường ngoài.
- Vẽ và giải thích được đường đặc tuyến Von-Ampe của diode.
- Tìm hiểu nguyên lý các mạch ứng dụng diode và vai trò của diode trong mạch hạn chế và dịch mức tín hiệu, mạch chỉnh lưu và lọc nguồn, bộ hình thành tín hiệu.
- Si và Ge-diode khác nhau về thông số. Do đó, điện áp cực tiểu đặt lên Si-diode và Ge-diode để diode thông là khác nhau.
- Cách xác định đầu A và K của diode.
- Cách xác định đầu A và K của diode Zenner. Đọc thông số ổn áp của diode Zenner trước khi thí nghiệm.

3. NỘI DUNG THỰC HÀNH

3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG

Trong bài thí nghiệm này có sử dụng các thiết bị sau:

- Thiết bị chính cho thực tập điện tử tương tự ATS-11.
- Khối thí nghiệm AE-101N cho thực tập về diode (gắn lên thiết bị chính ATS-11N).
- Phụ tùng: dây có chốt cắm hai đầu.
- Dao động ký hai kênh.

Đó là các thiết bị tối thiểu để có thể khảo sát được bài thí nghiệm. Ngoài ra, ta có thể sử dụng thêm một số thiết bị đo khác như đồng hồ vạn năng hiện số để có thể đo thế và dòng tại những điểm mà ta muốn khảo sát.

3.2. CẤP NGUỒN VÀ NỐI DÂY

Khối AE-101N chứa bốn mảng sơ đồ A1-1... 4, với các chốt cấp nguồn riêng. Khi sử dụng mảng nào cần nối dây cấp nguồn cho mảng sơ đồ đó. Đất (GND) của các mảng sơ đồ đã được nối với nhau do đó chỉ cần nối đất chung cho toàn khối AE-101N.

1. Bộ nguồn chuẩn DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các thế chuẩn $\pm 5V$, $\pm 12V$ cố định.

2. Bộ nguồn điều chỉnh DC ADJUST POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các giá trị điện thế một chiều $0... +15V$ và $0... -15V$. Khi vặn các biến trở chỉnh nguồn, cho phép định giá trị thế cần thiết. Sử dụng đồng hồ đo thế DC trên thiết bị chính hoặc dùng đồng hồ số để xác định điện thế đặt.

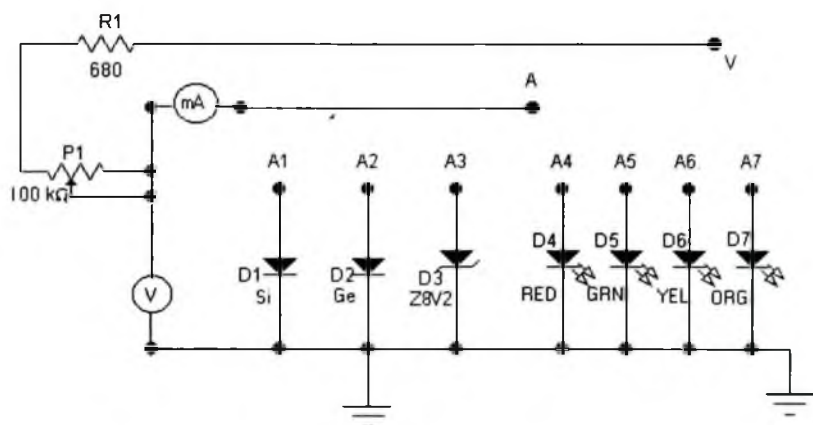
3. Khi thực tập, cần nối dây từ các chốt cấp nguồn của ATS-11N tới trực tiếp cho mảng sơ đồ cần khảo sát.

Chú ý: Cấm đúng phân cực của nguồn và của đồng hồ đo.

3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP

3.3.1. Đặc trưng của diode

Thí nghiệm với các diode thực hiện trên mảng sơ đồ hình A1-1.



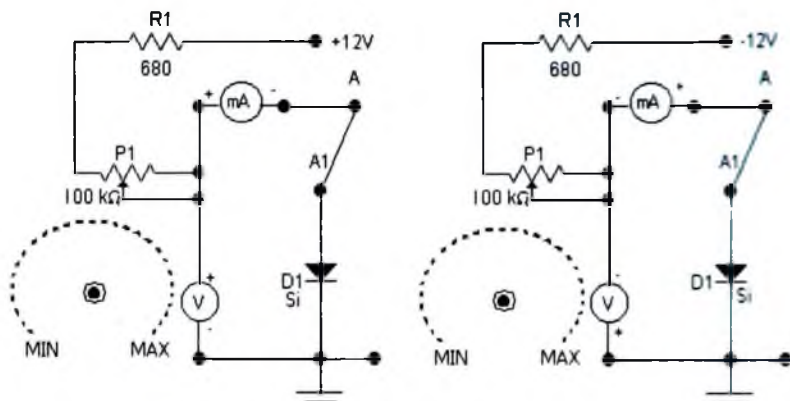
Hình A1-1.

3.3.1.1. Si - diode (Silicon diode)

1. Nhiệm vụ

Sinh viên xác định bằng thực nghiệm đặc trưng Volt-Ampe của Si-diode. Dựa trên kết quả khảo đo được, nêu đặc điểm mắc Si-diode trong sơ đồ điện tử.

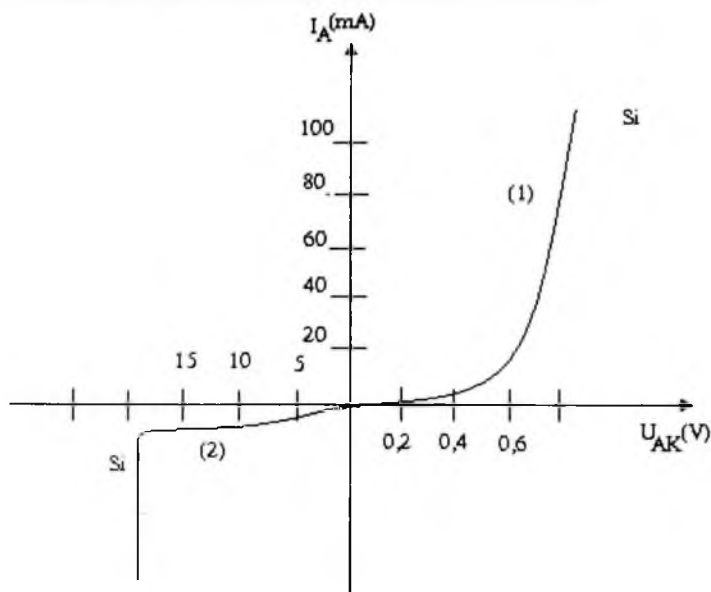
2. Nguyên lý hoạt động



Phân cực thuận: cung cấp điện áp +12V. Chiết áp P1 điều chỉnh điện áp đặt vào hai đầu diode. Khi P1 đặt ở Min, điện áp đặt lên hai đầu diode là nhỏ. Vận biến trở P1 từ Min-Max, điện áp tăng khi điện áp đó đạt 0,6V, diode dẫn. Dòng điện qua diode cỡ mA. Tăng điện áp đặt vào diode, dòng điện qua diode tăng theo. Đây là tính chất phân cực thuận của diode.

Phân cực ngược: cung cấp điện áp vào -12V. Chiết áp P1 điều chỉnh điện áp đặt vào hai đầu diode. Khi đó sẽ có một dòng điện nhỏ cỡ μA (dòng trôi) chảy qua diode. Đây là tính chất phân cực ngược của diode. Đối với Si-diode dòng trôi rất nhỏ.

Đường đặc tuyến công tác của Si-diode có dạng như sau:



3. Các bước thực hiện

a) Si-diode phân cực thuận

Trong phần này chúng ta sẽ khảo sát đặc trưng của diode Silic khi nó được phân cực thuận. Để khảo sát được phần này chúng ta thực hiện tuần tự các bước sau:

1. Dùng dây nối A với A1. Nối nguồn +12V với chốt V cho cho mạch mạch A1-1 để mắc phân cực thuận cho diode D1.

2. Mắc các đồng hồ đo:

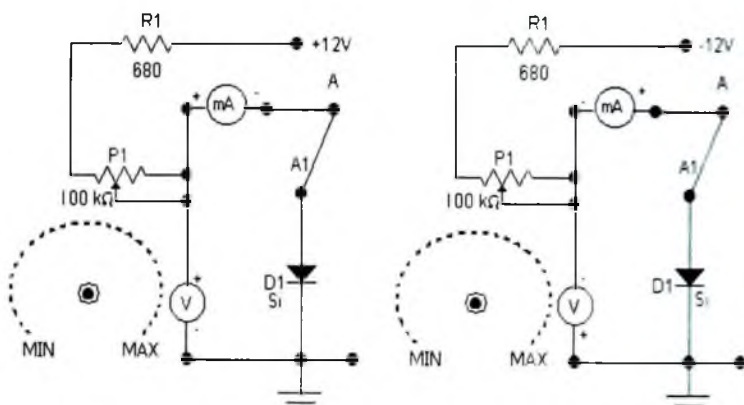
Nối các chốt đồng hồ đo (V) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLMETER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng qua diode: nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20mA.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N. Vận biến trở P1 cực đại. Ghi giá trị dòng chảy qua diode I_F và sụt thế U_F trên diode vào bảng A1-1.

4. Giảm từng bước biến trở P1. Tại mỗi bước ghi giá trị dòng chảy qua và sụt thế trên diode vào bảng A1-1. Chú ý xác định vị trí ngưỡng mà tại đó dòng qua diode có sự thay đổi đột ngột.



1) Si-diode phân cực thuận.

2) Si-diode phân cực ngược.

Hình A1-1a. Sơ đồ thí nghiệm với Si-diode.

Bảng A1-1

I_F								
U_F								

b) Si-diode phân cực ngược

1. Nối nguồn -12V với chốt V cho mảng mạch A1-1 để mắc phân cực ngược cho diode D1 trong mảng A1-1 như hình A1-1a2.

2. Đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 2mA.

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N. Vận biến trở P1. Ghi giá trị dòng chảy qua diode I_R và sụt thế U_R trên diode vào bảng A1-2.

Bảng A1-2

I_R								
U_R								

4. Với kết quả đo được trên bảng A1-1 và A1-2, vẽ đồ thị biểu diễn đặc trưng Volt -Ampe của Si-diode, $I = f(V)$ trong đó dòng I biểu diễn trên trục y và sụt thế V trên trục x. Nhánh thuận vẽ ở góc phần tư thứ I, nhánh ngược vẽ ở góc phần tư thứ III.

5. Nhận xét kết quả về đặc điểm mắc thuận ngược của Si-diode và đặc trưng Volt-Ampe của Si-diode.

3.3.1.2. GE – DIODE (Germanium diode)

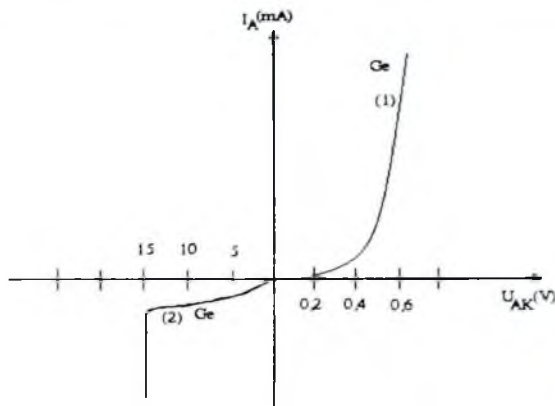
1. Nhiệm vụ

Sinh viên xác định bằng thực nghiệm đặc trưng Volt-Ampe của Ge-diode. Dựa trên kết quả, nêu đặc điểm mắc diode trong sơ đồ điện tử.

2. Nguyên lý hoạt động

Cũng tương tự như Si-diode ta khảo sát đặc trưng của Ge-diode cho cả hai trường hợp phân cực thuận và phân cực ngược.

Đường đặc tuyến công tác của Ge-diode có dạng như sau:



3. Các bước thực hiện

a) Ge-diode phân cực thuận

1. Dùng dây nối A với A2. Nối nguồn +12V với chốt V cho cho mảng mạch A1-1 để mắc phân cực thuận cho diode D2 trong mảng A1-1 như hình A1-1b1.

2. Mắc các đồng hồ đo:

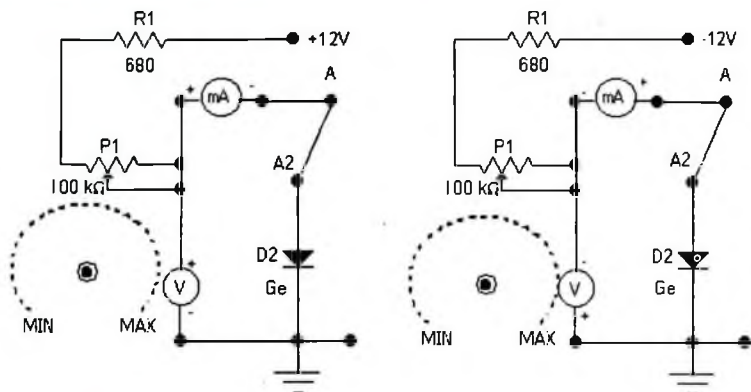
Đồng hồ đo sụt thế trên diode: nối các chốt đồng hồ đo (V) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLMETER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng qua diode: nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20mA.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N. Vận biến trở P1 cực đại. Ghi giá trị dòng chảy qua diode I_F và sụt thế U_F trên diode vào bảng A1-3.

4. Giảm từng bước biến trở P1. Tại mỗi bước ghi giá trị dòng chảy qua và sụt thế trên diode vào bảng A1-3. Chú ý xác định vị trí ngưỡng mà tại đó dòng qua diode có sự thay đổi đột ngột.



1) Ge – diode phân cực thuận.

2) Ge – diode phân cực ngược.

Hình A1-1b. Sơ đồ thí nghiệm với Ge- diode.

Bảng A1-3

I_F							
U_F							

b) Ge-diode phân cực ngược

1. Nối nguồn -12V với chốt V cho mảng mạch A1-1 để mắc phân cực ngược cho diode D2 trong mảng A1-1 như hình A1-1b2.

Đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 2mA.

2. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N. Vận biến trở P1. Ghi giá trị dòng chảy qua diode I_R và sụt thế U_R trên diode khi vận biến trở P1 vào bảng A1-4.

Bảng A1-4

I_R								
U_R								

3. Với kết quả đo được trên bảng A1-3 và A1-4, vẽ đồ thị biểu diễn đặc trưng Volt-Ampe của Ge-diode, $I = f(V)$ trong đó dòng I biểu diễn trên trục y và sụt thế V trên trục x. Nhánh thuận vẽ ở góc phần tư thứ I, nhánh ngược vẽ ở góc phần tư thứ III.

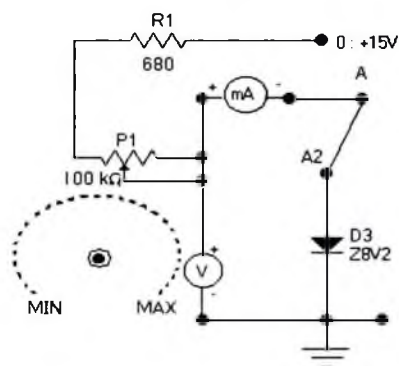
4. Nhận xét kết quả về đặc điểm mắc thuận ngược của Ge-diode và đặc trưng Volt-Ampe của Si-diode. So sánh đặc trưng V-A giữa các loại Si và Ge.

3.3.1.3. Diode ổn áp

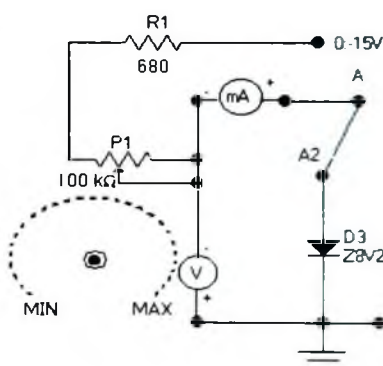
1. Nhiệm vụ

Sinh viên xác định bằng thực nghiệm đặc trưng Volt-Ampe của Zener-diode. Dựa trên kết quả, nêu đặc điểm mắc Zener-diode trong sơ đồ điện tử.

2. Nguyên lý hoạt động



1) Zener-diode phân cực thuận.

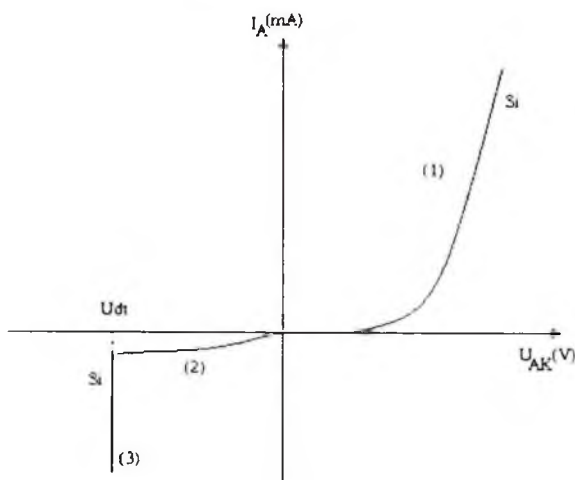


2) Zener-diode phân cực ngược.

Biến trở P1 để điều chỉnh điện áp đặt vào hai đầu diode-Zenner.

Khi phân cực thuận cho diode-Zenner, diode hoạt động ở chế độ bình thường.

Khi phân cực ngược với điện áp đủ lớn, diode làm việc ở chế độ đánh thủng. Dòng điện tạo nên nhờ hiệu ứng thác lũ và hiệu ứng Zenner. Dòng qua diode lớn (nên thường dùng diode loại Si). Khi đó, điện áp trên diode Zenner luôn giữ ổn định.



Vùng (3) của đặc tuyến (vùng bị đánh thủng) được sử dụng để ổn định điện áp.

3. Các bước thực hiện

a) Zenner-diode phân cực thuận

1. Dùng dây nối A với A3. Nối nguồn 0... +15V với chốt V cho mảng mạch A1-1 để mắc phân cực thuận cho diode D3 trong mảng A1-1 như hình A1-1c1.

2. Mắc các đồng hồ đo:

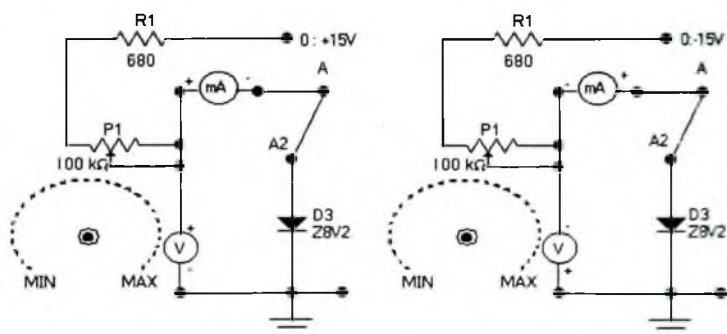
Đồng hồ đo sụt thế trên diode: nối các chốt đồng hồ đo (V) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLMETER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng qua diode: nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20mA.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N. Chỉnh nguồn để có $V = +12V$. Vận biến trở P1 cực đại. Ghi giá trị dòng chảy qua diode I_F và sụt thế U_F trên diode vào bảng A1-5.

4. Giảm từng bước biến trở P1. Tại mỗi bước ghi giá trị dòng chảy qua và sụt thế trên diode vào bảng A1-5. Chú ý xác định vị trí ngưỡng mà tại đó dòng qua diode có sự thay đổi đột ngột.



1) Zener-diode phân cực thuận.

2) Zener-diode phân cực ngược.

Hình A1-1c. Sơ đồ thí nghiệm với Zener-diode.

Bảng A1-5

I_F									
U_F									

b) Zenner-diode phân cực ngược

1. Nối nguồn 0... -15V với chốt V cho mảng mạch A1-1 để mắc phân cực ngược cho diode D3 trong mảng A1-1 như hình A1-1c2.

Đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20mA.

2. Đặt thế nuôi DC là -12V, vận biến trở P1 để dòng qua D3~5mA. Giảm thế nuôi xuống dưới -8V2, sau đó vận biến trở chỉnh nguồn thay đổi theo từng bước -9V, -10V, -11V, -12V, -13V, -14V, -15V. Ứng với mỗi giá trị V, ghi dòng chảy qua I_R và sụt thế U_R trên D3 vào bảng A1-6.

Bảng A1-6

V	-8V2	-9V	-10V	-11V	-12V	-13V	-14V	-15V
U_R								
I_R								

3. Với kết quả đo được trên bảng A1.5 và A1.6, vẽ đồ thị biểu diễn đặc trưng Volt-Ampe của Ge-diode, $I = f(V)$. Trong đó, dòng I biểu diễn trên trục y và sụt thế V trên trục x. Nhánh thuận vẽ ở góc phần tư thứ I, nhánh ngược vẽ ở góc phần tư thứ III.

4. Từ kết quả đo được, tính hệ số ổn áp β của diode Zenner:

$$\beta\% = \frac{\text{Giá trị thay đổi thế ra trên Zenner}}{\text{Khoảng thay đổi thế vào được chọn}}$$

Nhận xét kết quả:

Đặc điểm mắc thuận ngược của Zenner-diode.

Đặc điểm đặc trưng Volt-Ampe của Zenner-diode.

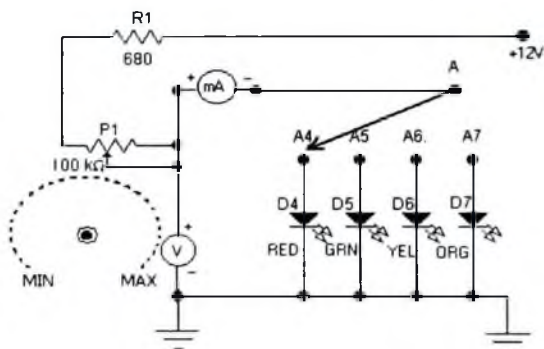
So sánh các đặc trưng Volt-Ampe giữa Zenner và Si-diode.

3.3.1.4. Diode phát quang (LED)

1 Nhiệm vụ

Sinh viên xác định bằng thực nghiệm các chế độ nối LED để chỉ trạng thái điện tử.

2. Nguyên lý hoạt động



Cơ chế hoạt động của LED: khi có điện áp thuận đặt vào, hàng rào thế giảm tạo điều kiện cho dòng điện chảy qua. Điện tử từ miền n được tăng tốc sang miền p tái hợp với lỗ trống, phần năng lượng dư được giải phóng dưới dạng ánh sáng. Cường độ sáng của LED tỷ lệ với dòng điện chảy qua diode. Dòng cỡ vài mA thì nhìn rõ ánh sáng bức xạ của LED.

Biến trở P1 điều chỉnh điện áp đặt vào hai đầu diode. Khi biến trở đặt ở MIN điện áp đặt vào hai đầu LED là nhỏ. Vận biến trở từ Min-Max điện áp đặt vào hai đầu LED tăng dần và LED sáng dần.

Với những vật liệu khác nhau thì ánh sáng phát ra của LED cũng có màu sắc khác nhau. Do đó, LED xanh, đỏ, vàng, cam có màu sắc khác nhau.

Đặc trưng Volt-Ampe của LED ở vùng thuận và vùng ngược cũng giống như diode thường.

3. Các bước thực hiện

1. Nối chốt cấp nguồn V của mảng mạch A1-1 với nguồn điều chỉnh 0... +15V của ATS -11N. Đặt thế nguồn cấp ở +12V.

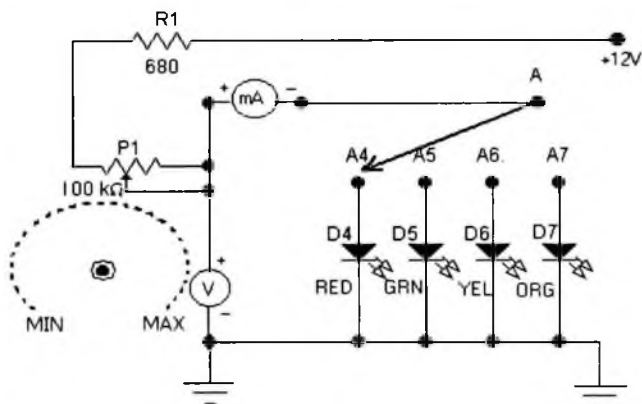
2. Mắc các đồng hồ đo:

Đồng hồ đo sụt thế trên LED: nối các chốt đồng hồ đo (V) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLTMETER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng qua diode: nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A1-1 với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20mA.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3. Dùng dây nối A với A4 để mắc phân cực thuận cho LED màu đỏ D4 (hình A1-1d). Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị ATS-11N.



Hình A1-1d. Sơ đồ thí nghiệm với LED.

4. Vận biến trở P1 để dòng chảy qua LED là 16mA. Ghi giá trị dòng vào bảng A1-7.

5. Giảm thế nuôi (vặn biến trở nguồn) cho đến khi đèn LED tắt hẳn, sau đó tăng dần thế cho đến khi LED sáng. Ghi giá trị thế và dòng đo được vào bảng A1-7.

6. Thay LED đỏ bằng LED xanh (D5), vàng (D6), cam(D7), khi nối lần lượt chốt A với A5, A6, A7. Lặp lại các bước 4-5.

Ghi giá trị dòng điện chảy qua LED: I_2 , I_3 , I_4 , và sụt thế trên LED tương ứng V_2 , V_3 , V_4 , vào bảng A1-7 cho các LED màu tương ứng.

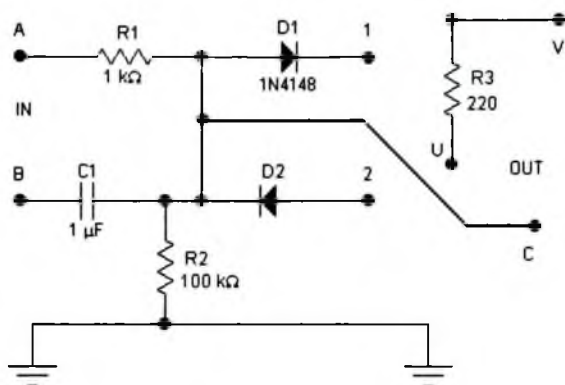
Bảng A1-7

LED đỏ	Điểm bắt đầu sáng	Sáng trung bình	Sáng rõ
Thế nuôi +V			
Dòng qua LED- I_1			
Sụt thế trên LED - V_1			
LED xanh	Điểm bắt đầu sáng	Sáng trung bình	Sáng rõ
Thế nuôi +V			
Dòng qua LED - I_2			
Sụt thế trên LED - V_2			
LED vàng	Điểm bắt đầu sáng	Sáng trung bình	Sáng rõ
Thế nuôi +V			
Dòng qua LED - I_3			
Sụt thế trên LED - V_3			
LED cam	Điểm bắt đầu sáng	Sáng trung bình	Sáng rõ
Thế nuôi +V			
Dòng qua LED - I_4			
Sụt thế trên LED - V_4			

7. Căn cứ vào kết quả ghi trong các bảng, so sánh dòng và thế sử dụng cho mỗi loại LED.

3.3.2. Bộ hạn chế và dịch mức tín hiệu dùng diode

Sơ đồ thí nghiệm về dịch mức và hạn chế tín hiệu được thực hiện trên mảng sơ đồ hình A1-2.



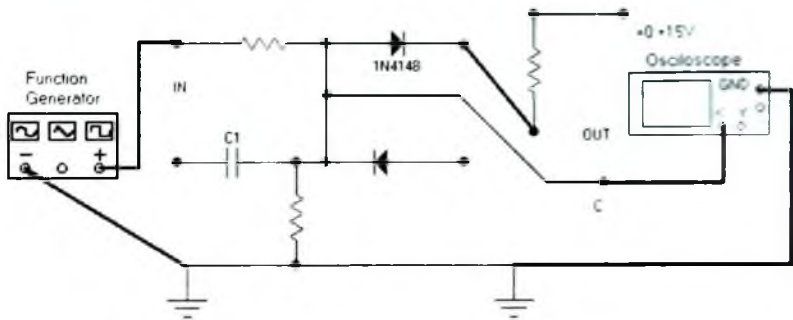
Hình A1-2. Sơ đồ thí nghiệm về dịch mức và hạn chế tín hiệu.

3.3.2.1. Bộ hạn chế tín hiệu (Biased cliper)

1. Nhiệm vụ

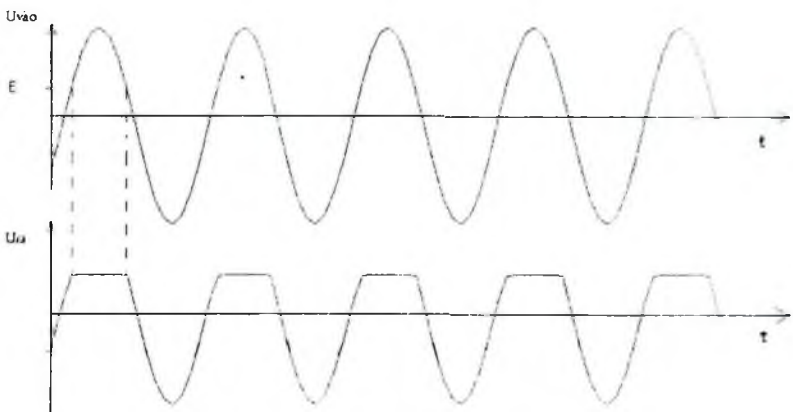
Sinh viên tìm hiểu nguyên lý mạch hạn chế biên độ tín hiệu đơn giản dùng diode.

2. Nguyên lý hoạt động

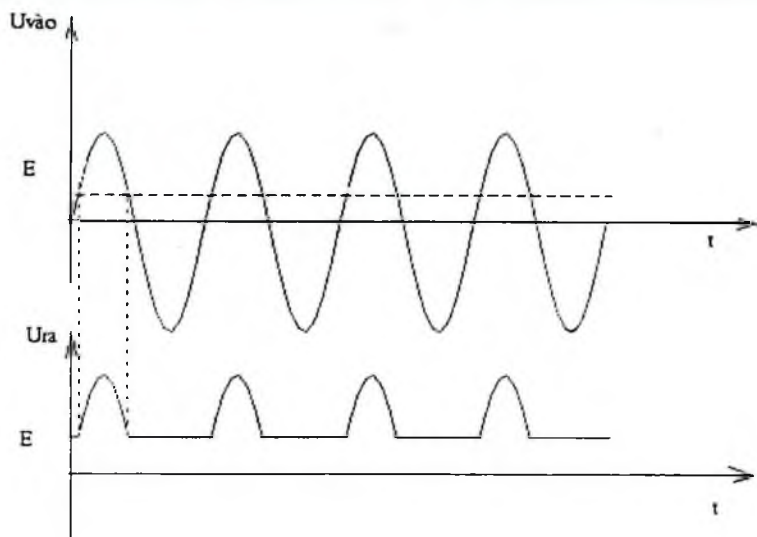


Cấp tín hiệu vào tại đầu A.

a) *Hạn chế phần dương tín hiệu:* Nối chốt 1 với chốt U. Khi $U_i > E$, diode thông, $U_r = E$. Khi $U_i < E$, diode không thông, $U_r = U_i$. Ta có tín hiệu bị hạn chế biên trên.



b) *Hạn chế phần âm tín hiệu:* Nối chốt 2 với chốt U. Khi $U_i > E$, diode không thông, $U_r = U_i$. Khi $U_i < E$, diode thông, $U_r = E$. Ta có biên độ tín hiệu bị hạn chế biên dưới. Dạng tín hiệu như hình vẽ sau:



3. Các bước thực hiện

a) Hạn chế phần dương của tín hiệu

1. Cấp nguồn DC điều chỉnh (0... +15V) từ thiết bị chỉnh với chốt (V) của mảng A1-2. Vận biến trở chỉnh nguồn về 0. Chú ý cắm đúng phân cực nguồn. Nối chốt 1 với chốt U (hình A1-2a) để tạo sơ đồ hạn chế phần dương của tín hiệu.

2. Đặt chế độ cho máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chỉnh ATS-11N: phát dạng sin (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình sin), tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở tinh chỉnh FREQUENCY). Biên độ ra $\pm 5V$ từ đỉnh tới đỉnh (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE). Nối tín hiệu từ máy phát xung với lối vào IN(A) của mạch A1-2 (hình A1-2a).

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 1V/cm, thời gian quét ở 1ms/cm. Sử dụng các nút chỉnh vị trí của dao động ký để dịch

tia theo chiều X, Y về vị trí để quan sát. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm vào A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra C.

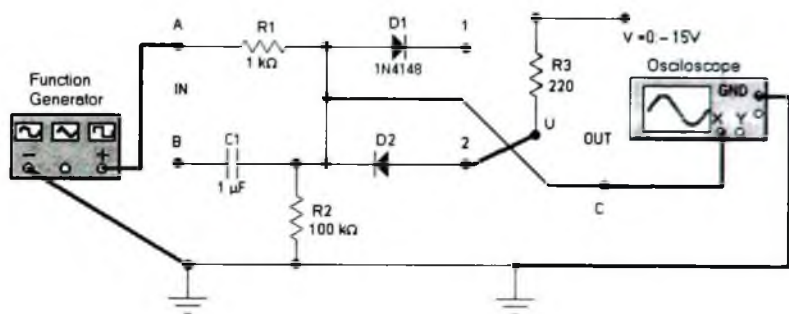
4. Bật điện cho thiết bị chỉnh, tăng dần thế V theo các giá trị $V = 0,25V, 1V, 2V$ và $4V$. Vẽ dạng tín hiệu ra và đo biên độ của chúng.

5. Trên cơ sở đặc tính dẫn dòng của diode khi phân cực thuận, giải thích nguyên tắc hạn chế biên độ tín hiệu bằng sơ đồ diode.

b) Hạn chế phản âm của tín hiệu

1. Cấp nguồn DC điều chỉnh ($0 \dots -15V$)/ATS-11N với chốt V của mảng A1-2. Vận biến trở chỉnh nguồn về 0. Nối chốt 2 với U (hình A1-2b) để tạo sơ đồ hạn chế phản âm tín hiệu.

2. Bật điện cho thiết bị chỉnh. Tăng dần thế V theo các giá trị $V = -0,25V, -1V, -2V, -4V$. Vẽ dạng tín hiệu ra và đo biên độ của chúng.



Hình A1-2b. Bộ hạn chế phản âm tín hiệu.

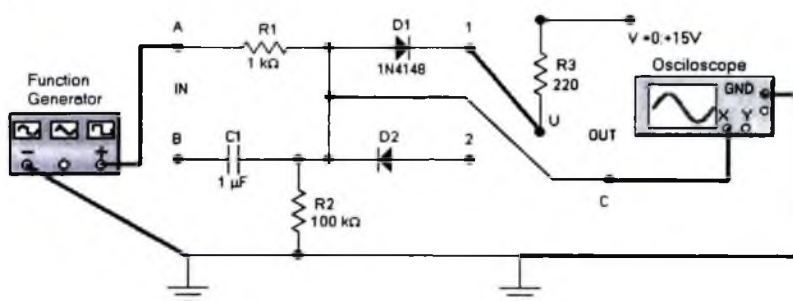
3. Trên cơ sở đặc tính dẫn dòng của diode khi phân cực thuận, giải thích nguyên tắc hạn chế biên độ tín hiệu bằng sơ đồ diode.

3.3.2.2. Bộ dịch mức tín hiệu (Biased clamper)

1. Nhiệm vụ

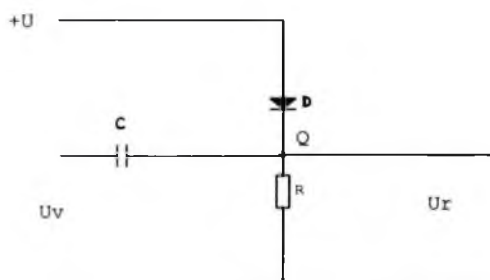
Sinh viên tìm hiểu nguyên lý mạch dịch mức tín hiệu một chiều dùng diode khi không làm thay đổi dạng tín hiệu.

2. Nguyên lý hoạt động

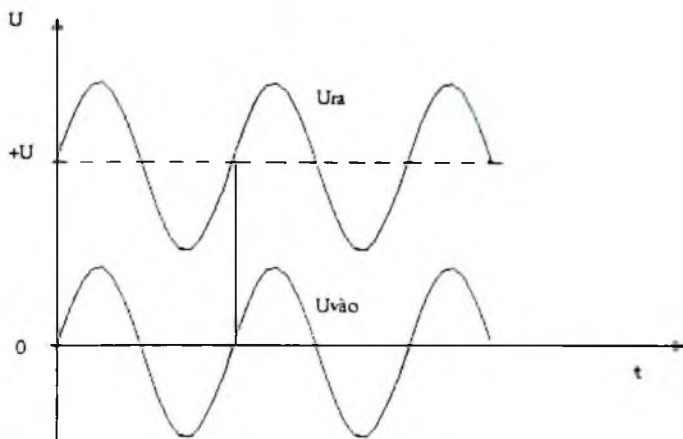


Đưa tín hiệu vào tại A và B.

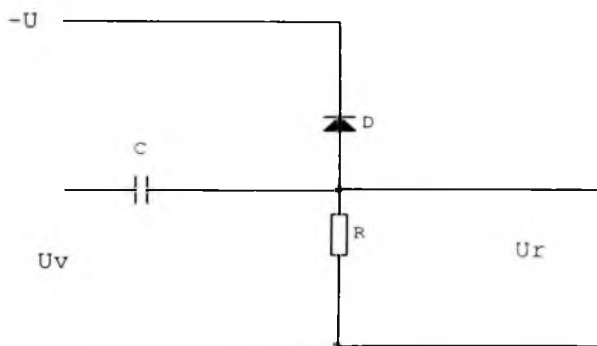
a) Dịch mức phân dương tín hiệu: Nối chốt U với chốt 2. Ta có mạch tương đương với mạch sau:



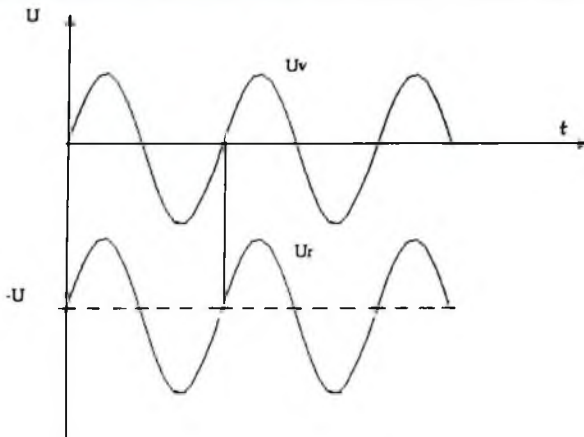
Đặt điện áp U lên hai đầu diode, diode phân cực thuận. Điện áp ra $U_r = U_v + |u|$. Điện áp đã nâng lên một mức $+u$. Tín hiệu tại đầu ra và đầu vào có dạng như sau:



b) Dịch mức phản âm tín hiệu: Nối chốt U với chốt I. Mạch điện tương đương với hình sau:



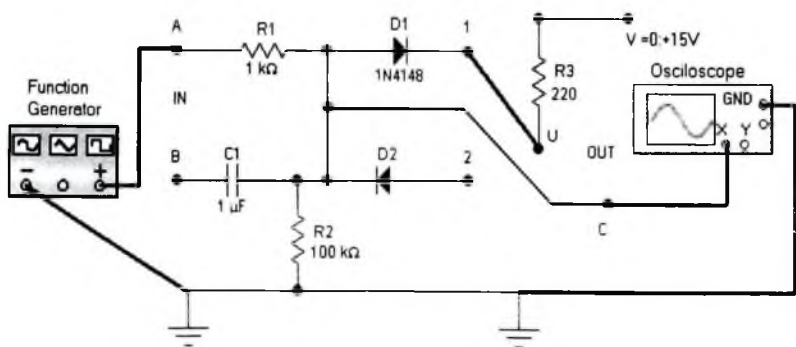
Đặt điện áp $-U$ lên hai đầu diode, diode phân cực thuận. Điện áp ra $U_r = U_v - |u|$. Điện áp ra đã hạ một mức $-u$. Ta có dạng tín hiệu đầu vào và ra như sau:



3. Các bước thực hiện

a) Dịch mức phân dương tín hiệu

1. Cấp nguồn DC điều chỉnh (0... +15V) từ thiết bị chính với chốt V của mảng A1-2. Vận biến trở chỉnh nguồn về 0. Chú ý cắm đúng phân cực nguồn. Nối chốt 2 với chốt U (hình A1-2c) để tạo sơ đồ dịch mức dương cho tín hiệu.



Hình A1-2c. Bộ dịch mức dương cho tín hiệu.

2. Đặt chế độ cho máy phát tín hiệu **FUNCTION GENERATOR** của thiết bị chính **ATS-11N**: phát dạng sin (công tắc **FUNCTION** ở vị trí vẽ hình sin), tần số 1kHz (công tắc khoảng **RANGE** ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở tinh chỉnh **FREQUENCY**). Biên độ ra $\pm 5V$ từ đỉnh tới đỉnh (chỉnh biến trở biên độ **AMPLITUDE**). Nối tín hiệu từ máy phát xung với lối vào **IN(A)** của mạch **A1-2** (hình **A1-2c**).

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 1V/cm, thời gian quét ở 1ms/cm. Sử dụng các nút chỉnh vị trí của dao động ký để dịch tia theo chiều X, Y về vị trí dễ quan sát. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm vào A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra C.

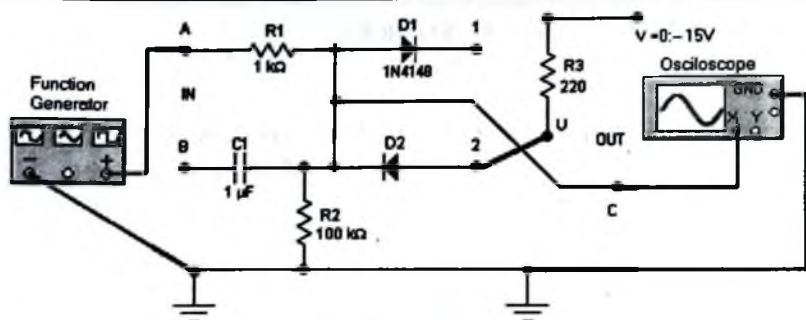
Chú ý: Để đo dịch mức một chiều thì dao động ký phải đặt chế độ đo là DC.

4. Bật điện cho thiết bị chính, tăng dần thế V theo các giá trị $V=0,25V, 1V, 2V$ và $4V$. Vẽ dạng tín hiệu ra và đo biên độ của chúng. Xác định và vẽ giá trị đường cơ bản (trung bình của tín hiệu ra).

5. Trên cơ sở đặc tính dẫn dòng của diode khi phân cực thuận, giải thích nguyên tắc dịch mức tín hiệu bằng sơ đồ diode.

b) Dịch mức phân âm của tín hiệu

1. Cấp nguồn DC điều chỉnh (0... -15V)/**ATS-11N** với chốt V của mảng **A1-2**. Vận biến trở chỉnh nguồn về 0. Nối chốt 2 với U (hình **A1-2d**) để tạo sơ đồ hạn chế phân âm tín hiệu.



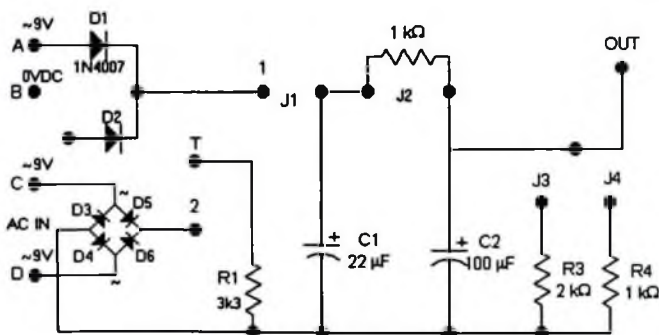
Hình A1-2b. Bộ dịch mức âm cho tín hiệu.

2. Bật điện cho thiết bị chính. Tăng dần thế V theo các giá trị $V = -0,25V, -1V, -2V, -4V$. Vẽ dạng tín hiệu ra và đo biên độ của chúng. Xác định và vẽ giá trị đường cơ bản (trung bình) của tín hiệu ra.

3. Trên cơ sở đặc tính dẫn dòng của diode khi phân cực thuận, giải thích nguyên tắc dịch mức biên độ tín hiệu bằng sơ đồ diode.

3.3.3. Sơ đồ chỉnh lưu và lọc nguồn

Thí nghiệm về chỉnh lưu và bộ lọc được thực hiện trên mảng sơ đồ hình A1-3.



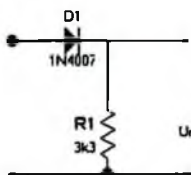
Hình A1-3. Sơ đồ thí nghiệm chỉnh lưu và bộ lọc nguồn.

3.3.3.1. Sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ

1. Nhiệm vụ

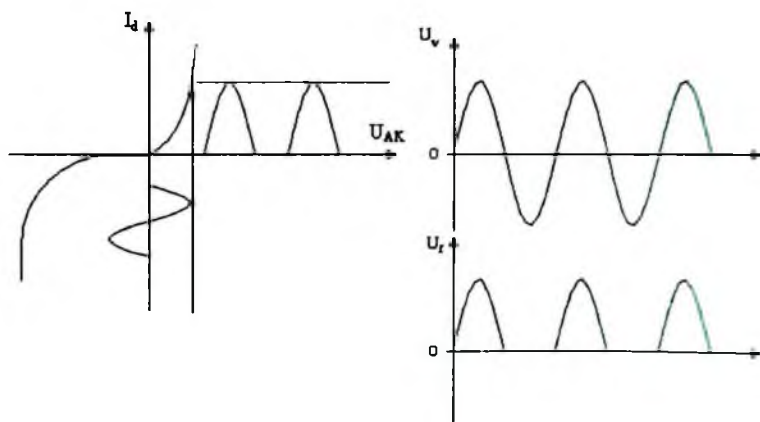
Sinh viên nghiên cứu và xác định vai trò của diode trong mạch chỉnh lưu một nửa chu kỳ để sử dụng trong các bộ tạo nguồn một chiều và các thiết bị khác.

2. Nguyên lý hoạt động



Khi U_v ở nửa chu kỳ dương, $U_{AK} > 0$, diode D1 thông. Điện trở nội của diode $R_d \ll R_1$ nên thế lối ra U_R có giá trị gần bằng U_v . Nửa chu kỳ âm của U_v thì $U_{AK} < 0$ nên diode D1 cấm. Điện trở của diode $R_d \gg R_1$ nên $U_r \sim 0$.

Dạng tín hiệu như sau:



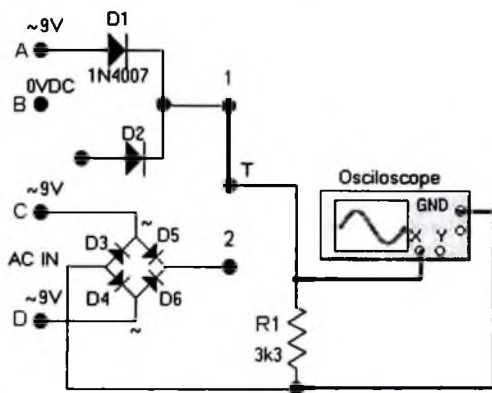
3. Các bước thực hiện

1. Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu vào và ra. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm vào A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra OUT.

2. Cấp nguồn xoay chiều (AC) cho mảng A1-3. Nối chốt T với chốt 1 (như hình A1-3a) để khảo sát mạch chỉnh lưu trên D1 và D2. Nối nguồn xoay chiều $\sim 0V$ và $\sim 9V$ của thiết bị chính ATS-11N với chốt A(D1) và chốt B của sơ đồ A1-3a. Bật điện nguồn cho thiết bị chính.

3. Sử dụng dao động ký quan sát tín hiệu tại các điểm A và T. Vẽ dạng sóng tương ứng.

4. Ghi giá trị thể đỉnh cho mỗi dạng sóng, chu kỳ tín hiệu.



Hình A1-3a. Sơ đồ thí nghiệm chỉnh lưu diode một và hai nửa chu kỳ.

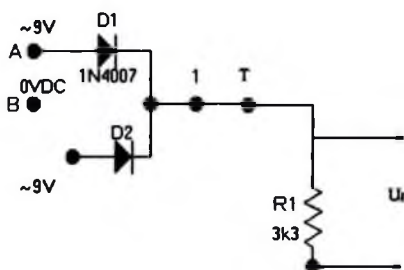
5. Giải thích sự khác nhau cho dạng sóng tại A và T và sự chênh lệch thể đỉnh tương ứng.

3.3.3.2. Sơ đồ chỉnh lưu 2 nửa chu kỳ

1. Nhiệm vụ

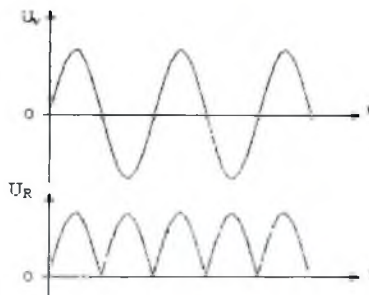
Sinh viên nghiên cứu và xác định vai trò của diode trong mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ để sử dụng trong các bộ tạo nguồn một chiều và các thiết bị khác.

2. Nguyên lý hoạt động



Nối chốt T với chốt 1. Cấp tín hiệu xoay chiều. Nửa chu kỳ dương của U_V , D1 mở, D2 cấm. Dòng điện qua D1 qua R1 và $U_R \sim U_V$. Nửa chu kỳ âm của U_V , diode D1 cấm, D2 thông. Dòng điện qua D2 qua R1 và $U_R \sim U_V$.

Vậy cả hai chu kỳ đều có dòng điện qua R1 theo một chiều không đổi. Ta thấy trên hình vẽ U_R đỡ nhấp nhô hơn so với chỉnh lưu nửa chu kỳ.



3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn xoay chiều (AC) cho mảng A1-3

Nối chốt T với chốt 1 (sơ đồ hình A1-3a) để khảo sát mạch chỉnh lưu trên D1 và D2.

Nối nguồn xoay chiều $\sim 9V$ $\sim 0V$ $\sim 9V$ của thiết bị chính ATS-11N với chốt A(D1)-B(0VDC)-D2 của sơ đồ A1-3a.

Bật điện nguồn cho thiết bị chính.

2. Sử dụng dao động ký quan sát tín hiệu tại các điểm A, D2 và T. Vẽ lại dạng sóng tương ứng.

3. Ghi giá trị thế đỉnh cho mỗi dạng sóng, chu kỳ của tín hiệu.

4. Giải thích sự khác nhau dạng sóng tại A, D2, T và sự chênh lệch thế đỉnh tương ứng.

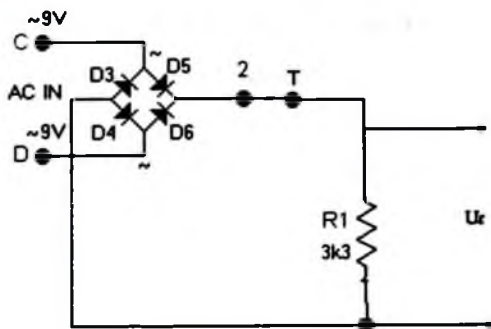
5. Phân tích sự khác nhau giữa chỉnh lưu một nửa và hai nửa chu kỳ.

3.3.3.3. Sơ đồ chỉnh lưu cầu

1. Nhiệm vụ

Sinh viên nghiên cứu và xác định vai trò của diode trong mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ dạng cầu diode để sử dụng trong các bộ tạo nguồn một chiều và các thiết bị khác.

2. Nguyên lý hoạt động

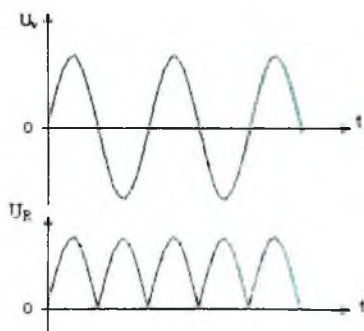


Trong từng nửa chu kỳ của $U_{\text{vào}}$, một cặp diode có anốt dương nhất và catốt âm nhất mở cho dòng điện 1 chiều qua R, cặp diode còn lại đóng và chịu điện áp ngược cực đại bằng biên độ U_{vm} .

Giả sử trong nửa chu kỳ dương của U_v , một cặp diode D5, D4 mở, cặp D3, D6 đóng, cho dòng điện qua R1. Nửa chu kỳ âm của U_v , cặp D3, D6 mở, cặp D5, D4 đóng, dòng qua R1 có chiều không đổi.

Ưu điểm của sơ đồ cầu là điện áp ngược đặt vào cặp diode đóng chỉ bằng nửa so với sơ đồ chỉnh lưu một nửa và hai nửa chu kỳ. Kết cấu thứ cấp biến áp đơn giản.

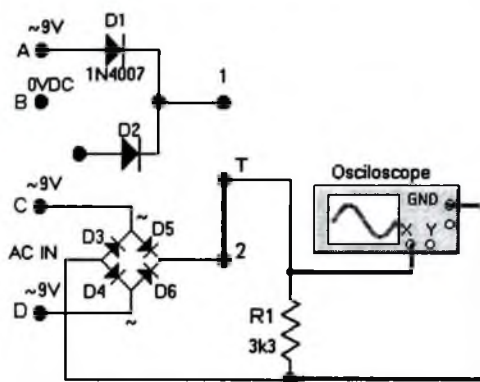
Tín hiệu vào và ra như trên hình vẽ:



3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn xoay chiều (AC) cho mảng A1-3. Nối chốt T với chốt 2 (sơ đồ hình A1-3b) để khảo sát mạch chỉnh lưu cầu trên D3-D6.

Nối nguồn xoay chiều $\sim 0V \sim 9V$ của thiết bị chỉnh ATS-11N với chốt C-D của sơ đồ A1-3. Bật điện nguồn cho thiết bị chỉnh.



Hình A1-3b. Sơ đồ thí nghiệm chỉnh lưu cầu diode.

2. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 5V/cm. Đặt thời gian quét của dao động ký ở 5ms/cm. Chỉnh cho tia nằm giữa khoảng trên và phần dưới của màn dao động ký. Sử dụng các nút chỉnh vị trí của dao động ký để dịch tia theo chiều X, Y về vị trí dễ quan sát.

Chú ý: Sơ đồ có hai điểm 0V lối vào và đất lối ra không nối chung nhau. Vì vậy, nếu sử dụng hai kênh đo của dao động ký để quan sát đồng thời tín hiệu vào và ra sẽ nối tắt hai điểm này (làm đoản mạch D4). Chỉ sử dụng một kênh của dao động ký để kiểm tra lần lượt điểm thế vào (theo 0V lối vào) sau đó - điểm thế ra (đất ra).

3. Dùng dao động ký quan sát tín hiệu tại các điểm C(D) và T. Vẽ dạng sóng tương ứng.

4. Ghi lại giá trị thế đỉnh cho mỗi dạng sóng, chu kỳ tín hiệu.

5. Giải thích sự khác nhau cho dạng sóng tại C(D), T và sự chênh lệch thế đỉnh tương ứng.

6. So sánh kết quả chỉnh lưu hai nửa chu kỳ dạng cầu diode với loại dùng biến thế có điểm giữa (mục 3.3.2).

7. Cấp nguồn DC+12V từ nguồn chuẩn của thiết bị chỉnh cho cầu diode qua các điểm C-D (hình A1-3), trong đó, C nối (+) còn D nối (-). Đo sụt thế trên tải R1.

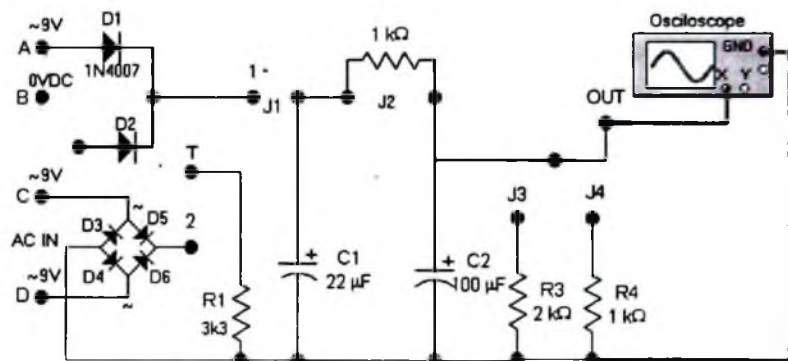
8. Đảo phân cực thế: C nối (-) còn D nối (+). Nhận xét và xem thế trên R1 có đảo cực hay không. Giải thích vì sao?

3.3.3.4. Bộ lọc nguồn

1. Nhiệm vụ

Sinh viên nghiên cứu và hiểu nguyên lý hoạt động lọc nguồn dùng tụ và bộ lọc dạng khác.

2. Nguyên lý hoạt động

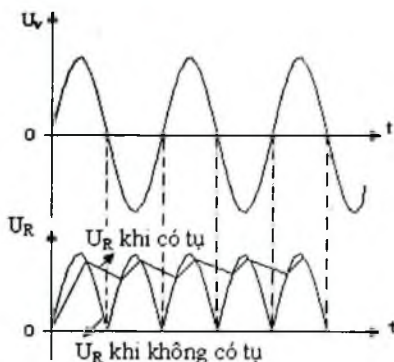


Khi không sử dụng mắt lọc RC thì dạng điện áp ra giống như dạng điện áp sau chỉnh lưu.

Khi sử dụng mắt lọc RC bằng cách nối chốt (1) hoặc chốt (2) với chốt J1. Do thời gian phóng nạp của tụ C khác nhau (lúc nạp tụ C

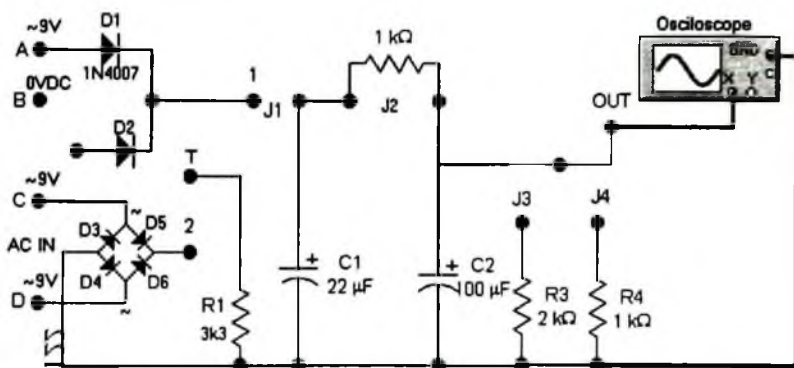
có hằng số thời gian nhỏ, lúc phóng có hằng số thời gian lớn) nên U_R phẳng hơn, có dạng giống điện áp một chiều. Nếu chọn tụ C càng lớn thì U_R càng có dạng phẳng hơn.

Biểu đồ điện áp có dạng như sau:



3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn xoay chiều (AC) cho mảng A1-3. Nối nguồn xoay chiều ~9V ~0V ~9V của thiết bị chỉnh ATS-11N với chốt A-B-D2 của sơ đồ A1-3c.



Hình A1-3c. Sơ đồ thí nghiệm chỉnh lưu diode và bộ lọc nguồn.

2. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 5V/cm. Đặt thời gian quét của dao động ký ở -5ms/cm. Chỉnh cho tia nằm giữa khoảng trên và phần dưới của màn dao động ký. Sử dụng các nút chỉnh vị trí của dao động ký để dịch tia theo chiều X, Y về vị trí dễ quan sát.

3. Từng bước nối các chốt J1-J4 như trong bảng A1-8. Chú ý ký hiệu 0-không nối, 1-có nối. Bật điện cho thiết bị chính.

Bảng A1-8

Kiểu	Nội dung	J1	J2	J3	J4	Dạng tín hiệu ra	Biên độ răng cưa
1	Không tải ra	1	1	0	0		
2	Có tải 2K	1	1	1	0		
3	Có tải 1K	1	1	0	1		
4	Bộ lọc kiểu Π	1	1	0	1		

4. Sử dụng dao động ký quan sát tín hiệu tại các điểm 1 và lối ra OUT cho bộ lọc với chỉnh lưu hai nửa chu kỳ. Vẽ lại dạng sóng và đo biên độ thế một chiều và thế răng cưa tương ứng. Ghi kết quả vào bảng A1-8.

5. Tháo bớt một dây nối từ nguồn ~9V của thiết bị chính vào chốt C của A1-3 để có sơ đồ chỉnh lưu một nửa chu kỳ. Lập lại các bước 3-4. Sử dụng dao động ký quan sát tín hiệu tại các điểm 2 và lối ra OUT cho bộ lọc với chỉnh lưu một nửa chu kỳ. Vẽ lại dạng sóng và đo biên độ thế một chiều và thế răng cưa tương ứng. Ghi kết quả vào bảng A1-9.

Bảng A1-9

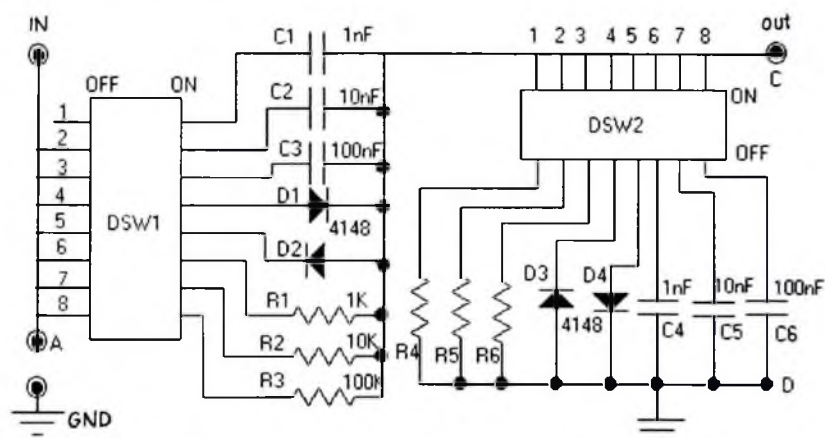
Kiểu	Nội dung	J1	J2	J3	J4	Dạng tín hiệu ra	Biên độ răng cưa
1	Không tải ra	1	1	0	0		
2	Có tải 2K	1	1	1	0		
3	Có tải 1K	1	1	0	1		
4	Bộ lọc kiểu Π	1	1	0	1		

6. Nhận xét về ảnh hưởng tải lên độ mập mô của bộ lọc thế cho trường hợp chỉnh lưu một và hai nửa chu kỳ.

7. So sánh chất lượng lọc nguồn cho hai trường hợp đã khảo sát.

3.3.4. Bộ hình thành tín hiệu

Thí nghiệm về bộ hình thành xung đơn giản với mạch vi phân CR và tích phân RC được thực hiện trên mảng sơ đồ hình A1-4.



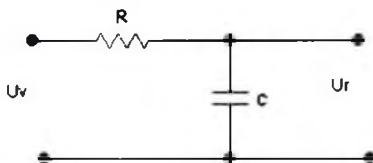
Hình A1-4. Sơ đồ thí nghiệm về hình thành xung.

3.3.4.1. Nhiệm vụ

Sinh viên tìm hiểu nguyên lý vi phân, tích phân, cắt xung (sử dụng diode) để hình thành tín hiệu.

3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động

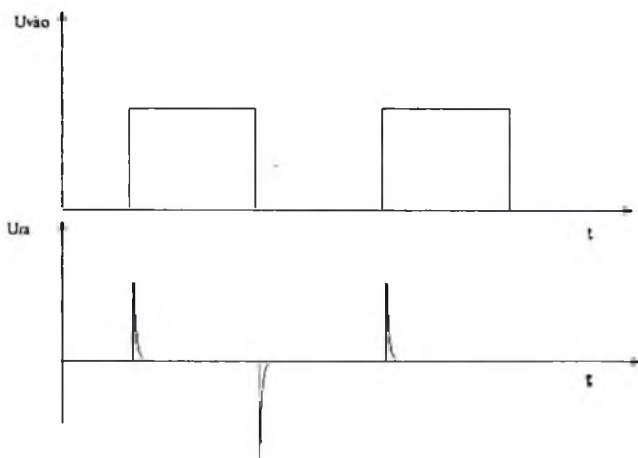
a) Mạch vi phân



Sơ đồ mắc như hình trên nếu thỏa mãn $\omega RC \ll 1$ thì điện áp ra bằng vi phân điện áp vào.

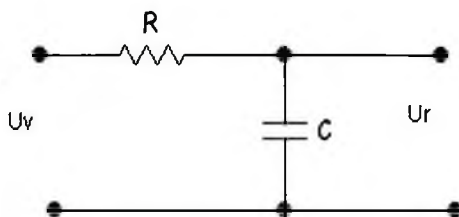
$$U_{ra} = RC \frac{dU_v}{dt}$$

Mạch trên gọi là mạch vi phân. Biểu đồ điện áp có dạng như sau:



Như vậy, nếu thỏa mãn điều kiện của mạch vi phân thì mạch RC sẽ đổi tín hiệu từ xung vuông đơn cực ra hai xung nhọn lưỡng cực.

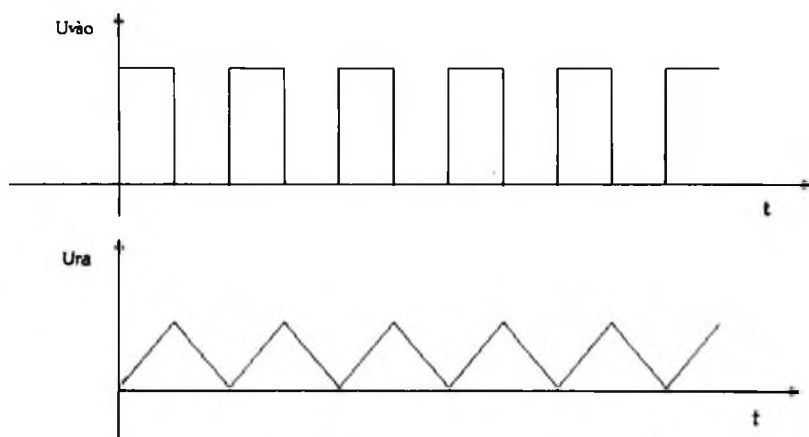
b) Mạch tích phân



Mạch trên nếu thỏa mãn $\omega RC \gg 1$ thì $U_{ra} =$ tích phân $U_{vào}$.

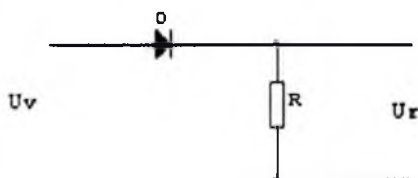
$$U_r = \frac{1}{RC} \int U_v dt$$

Ta gọi đó là mạch tích phân. Dạng tín hiệu vào và ra như sau:

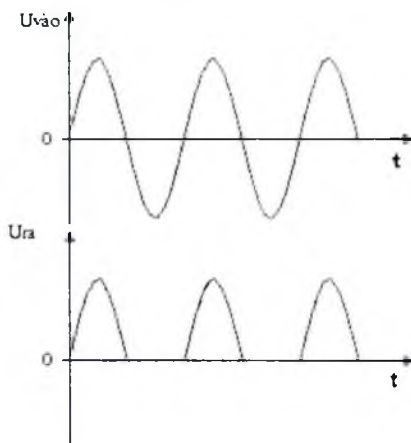


c) Mạch cắt xung

Khi ta mắc nối tiếp diode và điện trở thì tín hiệu qua đó có dạng xung bị cắt. Đó cũng chính là mạch chỉnh lưu một nửa chu kỳ. Sơ đồ như hình vẽ dưới đây:



Dạng tín hiệu như hình vẽ sau:



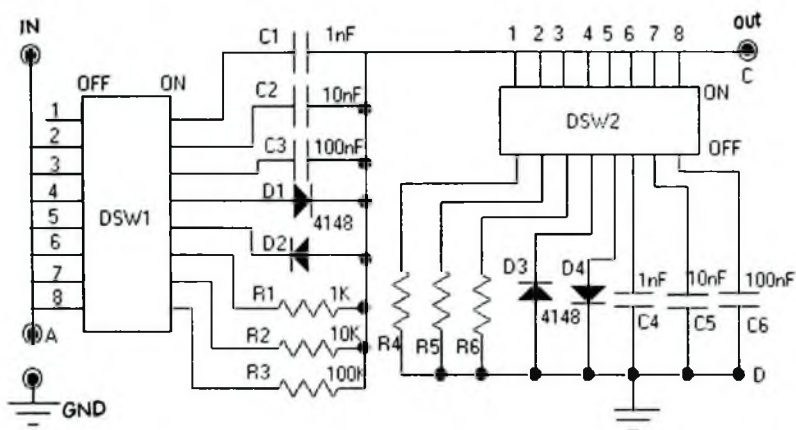
3.3.4.3. Các bước thực hiện

1. Sơ đồ vi phân

1. Đặt chế độ cho máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chính ATS-11N: phát dạng vuông góc (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình vuông góc), tần số 1kHz (công

tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở tinh chỉnh FREQUENCY). Biên độ ra 5V (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

Nối tín hiệu từ máy phát xung FUNCTION GENERATOR/ATS-11N với lối vào IN(A) của mạch A1-4 (hình A1-4a).



Hình A1-4a. Sơ đồ thí nghiệm về mạch vi phân.

2. Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm vào A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra OUT.

3. Từng bước gạt các công tắc của DSW1 và DSW2 như trong bảng A1-10. Tại mỗi bước, quan sát tín hiệu, vẽ lại dạng sóng, đo biên độ tương ứng tại A và C. Ghi kết quả vào bảng A1-10.

Chú ý: Các công tắc không có trong bảng OFF. Ký hiệu 1 là có nối, 0 là không có nối.

Bảng A1-10

Kiểu	Nội dung	DSW1			DSW2					Dạng và biên độ tín hiệu	Hàng số thời gian		
		1	2	3	1	2	3	4	5		T= R.C	T_x (do)	K
1	Vi phân 1	1	0	0	1	0	0	0	0				
2	Vi phân 2	0	1	0	1	0	0	0	0				
3	Vi phân 3	0	0	1	1	0	0	0	0				
4	Vi phân 4	0	0	1	0	1	0	0	0				
5	Vi phân 5	0	0	1	0	0	1	0	0				
6	Vi phân 5 có cất xung	0	0	1	0	0	1	1	0				
7	Vi phân 5 có cất xung	0	0	1	0	0	1	0	1				

4. Theo kết quả thu được, tìm mối liên hệ giữa hàng số thời gian tính theo tích số R.C cho mỗi mạch với giá trị t đo được.

Tính giá trị k cho mỗi kiểu vi phân: $k = t_x(\text{do})/R.C$. Ghi kết quả vào bảng A1-10.

Tính giá trị trung bình của k.

5. Giải thích vai trò của các linh kiện trong sơ đồ.

2. Sơ đồ tích phân

1. Giữ nguyên cấu hình nối như phần trên.

2. Từng bước gạt các công tắc của DSW₁ và DSW₂ như trong bảng A1-11. Tại mỗi bước, quan sát tín hiệu, vẽ lại dạng sóng, đo biên độ tương ứng tại A và C. Ghi kết quả vào bảng A1-11.

3. Theo kết quả thu được, tìm mối liên hệ giữa hằng số thời gian tính theo tích số R.C cho mỗi mạch với giá trị t đo được.

Tính giá trị k cho mỗi kiểu tích phân: $k = t_x(\text{đo})/R.C$. Ghi kết quả vào bảng A1-11.

Tính giá trị trung bình của k.

4. Giải thích vai trò của các yếu tố trong sơ đồ.

Bảng A1-11

Kiểu	Nội dung	DSW2			DSW1					Dạng và biên độ tín hiệu	Hằng số thời gian		
		6	7	8	4	5	6	7	8		T= R.C	T_x (đo)	k
1	Tích phân 1	1	0	0	0	0	1	0	0				
2	Tích phân 2	1	0	0	0	0	0	1	0				
3	Tích phân 3	1	0	0	0	0	0	0	1				
4	Tích phân 4	0	1	0	0	0	0	0	1				
5	Tích phân 5	0	0	1	0	0	0	0	1				
6	Tích phân 5 có cắt xung	0	0	1	1	0	0	0	1				
7	Tích phân 5 có cắt xung	0	0	1	0	1	0	0	1				



BÀI 2. SƠ ĐỒ KHUẾCH ĐẠI TRANZITOR

1. MỤC ĐÍCH

Khảo sát đặc trưng của tranzitor NPN và PNP trong chế độ làm việc một chiều.

Khảo sát đặc tính công tác của tranzitor trong các chế độ khuếch đại mắc kiểu emitter chung, collector chung và base chung.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Để thực hành tốt được bài thí nghiệm yêu cầu sinh viên cần nắm rõ một số điểm sau:

- Cấu tạo, nguyên lý làm việc của tranzitor lưỡng cực NPN và PNP.
- Cách tính hệ số khuếch đại của tranzitor.
- Các sơ đồ mắc EC, CC, BC và đặc điểm của các kiểu mắc đó.
- Vẽ và giải thích đường tải tĩnh khi tranzitor làm việc ở chế độ một chiều.
- Nguyên lý làm việc của tranzitor ở chế độ xoay chiều.
- Ảnh hưởng của hồi tiếp trong các tầng khuếch đại.
- Cách đọc giá trị và thông số của trở, biến trở, tụ.
- Cách xác định loại tranzitor và các chân B, C, E của tranzitor.

3. CÁC BƯỚC THỰC HIỆN

3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG

Thiết bị chính chuẩn bị cho thực tập tương tự ATS-11N.

1. Khối thí nghiệm AE-102 N cho bài thực tập về tranzitor (gắn lên thiết bị chính ATS-11N).

2. Dao động ký hai tia.

3. Phụ tùng: dây cắm.

4. Đồng hồ vạn năng hiện thị số.

3.2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI

Khối AE-102N chứa bốn mảng sơ đồ A2-1... 4, với các chốt cấp nguồn riêng. Khi sử dụng mảng nào cần nối dây cấp nguồn cho mảng đó. Đất (GND) của các mảng sơ đồ đã được nối sẵn với nhau, do đó chỉ cần nối đất chung cho toàn khối AE-102N.

1. Bộ nguồn chuẩn DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các thế chuẩn $\pm 5V$, $\pm 12V$ cố định.

2. Bộ nguồn điều chỉnh DC ADJUST POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các giá trị điện thế một chiều 0... +15V và 0... -15V. Khi vặn các biến trở chỉnh nguồn, cho phép định giá trị thế cần thiết. Sử dụng đồng hồ đo thế DC trên thiết bị chính hoặc dùng đồng hồ số để xác định điện thế đặt.

3. Khi thực tập, cần nối dây từ các chốt cấp nguồn của ATS-11N tới trực tiếp cho mảng sơ đồ cần khảo sát.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và của đồng hồ đo.

3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP

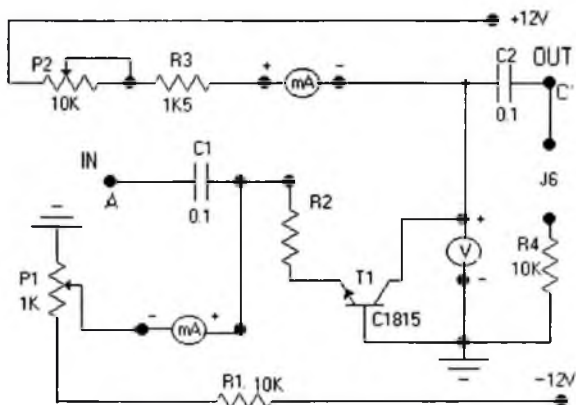
3.3.1. Khuếch đại một chiều tranzitor nối kiểu E chung

3.3.1.1. Sơ đồ với tranzitor NPN

1. Nhiệm vụ

Sinh viên hiểu được nguyên tắc khuếch đại của tranzitor NPN, sơ đồ mắc kiểu emitter chung và đo hệ số khuếch đại dòng của tranzitor.

2. Nguyên lý hoạt động



Hình A2-1a. Sơ đồ khuếch đại DC trên tranzitor NPN, nối kiểu emitter chung.

Mạch phân áp cho cực B của tranzitor gồm có R1, R2 và biến trở P1. Tụ C dùng để lọc một chiều đầu vào. Mạch tải gồm có R3 và biến trở P2.

Biến trở P1 để thay đổi điện áp vào đầu B của tranzitor. Biến trở P2 để chỉnh điện áp rơi trên cực C của tranzitor.

Điều chỉnh P1 dẫn đến thay đổi dòng I_B . Chế độ làm việc của tranzitor thay đổi theo.

Hệ số khuếch đại dòng $K_i = I_C/I_B \sim \beta$.

Bộ khuếch đại emitter chung là bộ khuếch đại đảo pha.

3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mạch A2-1a.

2. Mắc đồng hồ đo:

Đo sụt thế trên tranzitor: nối các chốt đo (V) của mạch A2-1a (với tranzitor PNP nối các chốt đo (V) của mạch A2-1b) với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLTEMER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng collector của tranzitor: đặt các công tắc của bộ đo hiện số DIGITAL V-AMETER của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ đo dòng (A) và khoảng đo 20mA. Nối các chốt đo đồng hồ đo (mA) của mạch A2-1a với chốt bộ đo.

Đồng hồ đo dòng base của tranzitor: nối các chốt đồng hồ đo (μA) của mạch A2-1a với đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 2mA.

3. Bật nguồn điện nuôi cho thiết bị chính ATS-11N. Vận biến trở P1 để dòng qua collector tranzitor $\approx 2mA$.

4. Vận biến trở P2/10K để sụt thế trên collector trong khoảng tranzitor từ 4- 6V.

5. Đo dòng base, ghi kết quả vào bảng A2-1. Thay đổi giá trị điện trở P1 để thay đổi dòng base T1 (tăng thêm 10 μA). Ghi giá trị dòng base và dòng collector của tranzitor vào bảng A2-1.

Bảng A2-1

Kiểu	Dòng I_b (chỉnh P1)	Thế V_c (chỉnh P2)	Dòng I_c
	$I_{b1} = \dots\dots\dots \mu A$	4 - 6 V	$I_{c1} = \dots\dots\dots mA$
	$I_{b2} = \dots\dots\dots \mu A$	4 - 6 V	$I_{c2} = \dots\dots\dots mA$

6. Tính hệ số khuếch đại dòng DC: $\beta = h_{ic} = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{b2} - I_{b1})$.

3.3.1.2. Sơ đồ với tranzitor PNP

1. Nhiệm vụ

Sinh viên hiểu được nguyên tắc khuếch đại của tranzitor PNP, sơ đồ mắc kiểu emitter chung và đo hệ số khuếch đại dòng của tranzitor.

2. Nguyên tắc hoạt động

Hoạt động của mạch tương tự sơ đồ khuếch đại EC với tranzitor NPN.

Chú ý: Chiều dòng điện I_B , I_C , I_E ngược với chiều của các dòng khi ta mắc tranzitor NPN.

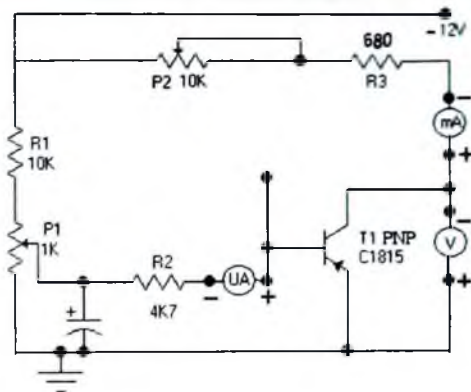
3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn -12V cho mạch A2-1b.

2. Mắc đồng hồ đo:

Đo sụt thế trên tranzitor: nối các chốt đo (V) của mạch A2-1b với đồng hồ đo thể hiện số DIGITAL VOLTEMER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng collector của tranzitor: đặt các công tắc của bộ đo hiện số DIGITAL V-AMETER của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ đo dòng (A) và khoảng đo 20mA. Nối các chốt đo đồng hồ đo (mA) của mạch A2-1b với chốt bộ đo.



Hình A2-1b. Sơ đồ khuếch đại DC trên tranzitor PNP, nối kiểu emitter chung.

Đồng hồ đo dòng base của tranzitor: nối các chốt đồng hồ đo (μA) của mạch A2-1b với đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 2mA.

3. Bật nguồn điện nuôi cho thiết bị chính ATS-11N. Vận biến trở P1 để dòng qua collector tranzitor $\approx 2\text{mA}$. Vận biến trở P2/10K để sụt thế trên collector trong khoảng tranzitor từ 4 - 6V.

4. Đo dòng base, ghi kết quả vào bảng A2-2. Thay đổi giá trị điện trở P1 để thay đổi dòng base T1 (tăng thêm $10\mu\text{A}$). Ghi giá trị dòng base và dòng collector của tranzitor vào bảng A2-2.

Bảng A2 – 1

Kiểu	Dòng I_b (chỉnh P1)	Thế V_c (chỉnh P2)	Dòng I_c
	$I_{b1} = \dots\dots\dots \mu\text{A}$	4 - 6 V	$I_{c1} = \dots\dots\dots \text{mA}$
	$I_{b2} = \dots\dots\dots \mu\text{A}$	4 - 6 V	$I_{c2} = \dots\dots\dots \text{mA}$

5. Tính hệ số khuếch đại dòng DC:

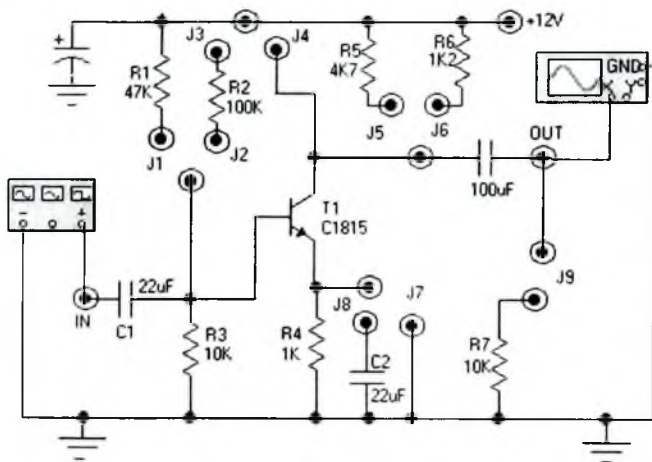
$$\beta = h_{fe} = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{b2} - I_{b1})$$

3.3.2. Khuếch đại xoay chiều tranzitor kiểu E chung

3.3.2.1 Nhiệm vụ

Sinh viên hiểu được nguyên tắc khuếch đại xoay chiều của tranzitor, sơ đồ mắc kiểu emitter chung.

3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động



**Hình A2-2. Sơ đồ khuếch đại AC trên tranzitor
nối kiểu emitter chung.**

Tụ C1 là tụ ghép đầu vào, tụ C1 cho tín hiệu xoay chiều đi qua đồng thời ngăn ảnh hưởng một chiều giữa các tầng. Tương tự, tụ C3 là tụ ghép sang tầng sau. Các điện trở (từ R1-R6) xác định chế độ làm việc tĩnh của tầng, R7 là tải đưa điện áp ra.

Khi đưa điện áp xoay chiều tới đầu vào, xuất hiện dòng xoay chiều i_b của tranzitor và do đó xuất hiện dòng xoay chiều i_c ở mạch ra của tầng. Sụt áp trên các điện trở R5 (R6) tạo nên điện áp xoay chiều trên collector. Điện áp này qua tụ C3 đưa đến đầu ra của tầng tới mạch tải.

Chú ý: Với sơ đồ mắc EC, tín hiệu đầu ra ngược pha với tín hiệu đầu vào. Việc tăng điện áp vào sẽ làm tăng dòng base và dòng collector của tranzitor. Sụt áp trên R_C tăng sẽ làm giảm điện áp trên collector.

3.3.2.3. Các bài thực tập

1. Chế độ xoay chiều

1. Cấp nguồn +12V cho mạch hình A2-2.

2. Đặt chế độ cho máy phát tranzitor tín hiệu FUNTION GENERATOR của thiết bị ATS-11N:

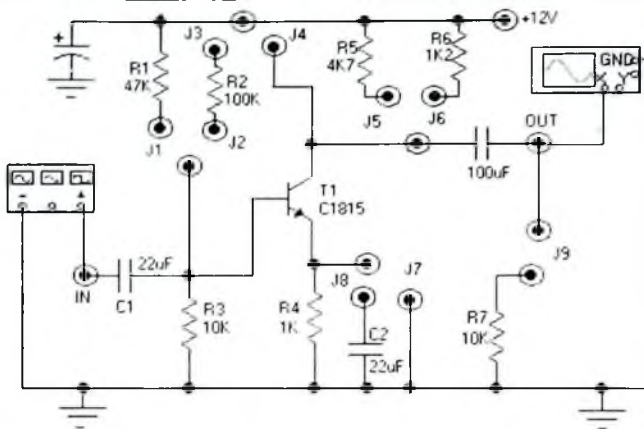
Phát dạng sin (công tắc FUNTION GENERATOR ở vị trí vẽ hình sin), tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENC)

Biên độ ra 50V (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký kênh 1 ở 50mV/cm và kênh 2 ở 2V/cm.

Đặt thời gian quét của dao động ký ở 1ms/cm. Sử dụng các nút chỉnh vị trí của dao động ký để dịch tia theo chiều X, Y về vị trí dễ quan sát.

Nối kênh 1 của dao động ký với điểm thế IN/A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra OUT/C.



*Hình A2-2. Sơ đồ khuếch đại AC trên tranzitor
nối kiểu emitter chung.*

4. Nối tín hiệu từ máy phát xung FUNCTION GENERATOR/ATS-11N với lối vào IN(A) của mạch A2-2.

5. Nối các chốt theo bảng A2-3. Nối J3 và không nối J7. Ứng với mỗi cấu hình nối, vẽ dạng xung và đo biên độ, mật tăng của xung ra. Chú ý J = 1 biểu thị có nối. J = 0 không nối. Ghi kết quả vào bảng A2-3.

Bảng A2-3

Kiểu	Trạng thái	J1	J2	J4	J5	J6	J8	J9	Biên độ U_{ra}	K	Mật tăng của U_{ra}
1	$K = K1$	1	0	0	1	0	0	0			
1	$K = K1$	0	1	0	1	0	0	0			
1	$K = K1$	0	1	0	0	1	0	0			
1	$K = K1$	0	1	0	0	1	1	0			
1	Có tải ra	0	1	0	0	1	1	1			

6. Tính hệ số khuếch đại thế $K = U_{ra}/U_{vào}$, cho mỗi bước và ghi vào bảng A2-3.

7. Giải thích nguyên nhân làm thay đổi hệ số khuếch đại cho mỗi kiểu nối trong bảng A2-3.

2. Đo các đặc trưng tần số của bộ khuếch đại

1. Sử dụng máy phát xung ngoài có tần số xung sin cực đại ~10MHz, đặt biên độ xung ra ~50mV. Nối lối ra máy phát với lối vào IN/A sơ đồ hình A2-2.

2. Sơ đồ hình A2-2 nối theo kiểu 1 của bảng A2-3.

3. Thay đổi tần số xung vào theo bảng A2-4, đo biên độ xung ra ứng với mỗi tần số. Ghi kết quả vào bảng A2-4.

Bảng A2-4

F	100Hz	1kHz	100kHz	1MHz	2MHz	5MHz	7MHz	10MHz
$U_{vào}$								
U_{ra}								
$K=U_{ra}/U_{vào}$								

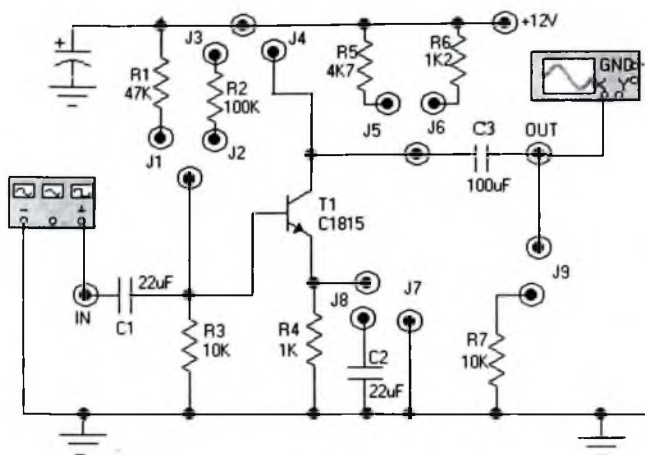
4. Biểu diễn đồ thị sự phụ thuộc hệ số khuếch đại K (trục y) vào tần số f (trục x).

3.3.3. Khuếch đại xoay chiều (AC) tranzitor với mạch phản hồi âm cho tầng khuếch đại emitter chung

3.3.3.1. Nhiệm vụ

Sinh viên hiểu được nguyên tắc khuếch đại có phản hồi âm của tranzitor trong sơ đồ mắc kiểu emitter chung.

3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động



Nối J7 làm mất hồi tiếp âm trên R4, nối J8 sẽ làm giảm hồi tiếp âm của thành phần xoay chiều.

Hồi tiếp âm làm mở rộng dải thông: vì ở vùng tần số thấp và tần số cao hệ số khuếch đại giảm dẫn đến U_{ra} giảm làm U_{ht} giảm nên làm U_{ra} tăng nghĩa là nó chống lại sự giảm của hệ số khuếch đại, do đó nó mở rộng được dải thông.

Hồi tiếp âm làm giảm tín hiệu trên đầu vào bộ khuếch đại và làm giảm hệ số khuếch đại hồi tiếp do đó làm tăng độ ổn định của bộ khuếch đại. Hồi tiếp âm làm tăng trở kháng vào và làm giảm trở kháng ra.

3.3.3.3. Các bước thực hiện

1. Sử dụng sơ đồ hình A2-2.
2. Đặt máy phát tín hiệu FUNTION GENERATOR của thiết bị ATS-11N ở chế độ: phát vuông góc (công tắc FUNTION

GENERATOR ở vị trí vẽ hình vuông góc), tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENCY). Biên độ ra 50mV (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

3. Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm thế IN/A. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm ra OUT/C.

4. Ảnh hưởng phản hồi âm lên hệ số khuếch đại

Nối J5. Các chốt J3, J6 không nối. Các chốt còn lại nối theo bảng A2-5 cho sơ đồ hình A2-2. Ứng với mỗi bước nối, vẽ dạng xung và đo biên độ xung vào và xung ra (chú ý, J = 1 biểu thị có nối; J = 0 biểu thị không nối).

Bảng A2-5

Kiểu	Trạng thái	J1	J2	J4	J7	Biên độ $U_{\text{vào}}$	Biên độ U_{ra}	K	Mất tăng t của U_{ra}
1	Không có phản hồi âm	1	0	0	1				
2	Có phản hồi âm 1	1	0	0	0				
3	Có phản hồi âm 2	0	1	1	1				
4	Có phản hồi âm 1+2	0	1	1	0				

Tính hệ số khuếch đại $K = U_{\text{ra}}/U_{\text{vào}}$ cho mỗi bước. Ghi kết quả vào bảng A2-5.

Từ giá trị đo trong bảng A2-5, hãy kết luận về ảnh hưởng mạch phản hồi âm lên hệ số khuếch đại.

5. Ảnh hưởng phản hồi âm lên đặc trưng tần số:

Nối như kiểu 1 trong bảng A2-5.

Sử dụng máy phát xung ngoài có tần số xung sin cực đại ~10MHz, đặt biên độ xung ra ~50mV. Nối lối ra máy phát với lối vào IN/A sơ đồ hình A2-2.

Bảng A2-6

F	100Hz	1kHz	100kHz	1MHz	2MHz	5MHz	10MHz	20MHz
$U_{\text{vào}}$, Khi nối J1, J5, J7								
U_{ra} , Khi nối J1, J5, J7								
$K=U_{\text{ra}}/U_{\text{vào}}$								
$U_{\text{vào}}$, Khi nối J2, J4, J5								
U_{ra} , Khi nối J2, J4, J5								
$K=U_{\text{ra}}/U_{\text{vào}}$								

Thay đổi tần số xung vào theo bảng A2-6, đo biên độ xung ra ứng với mỗi tần số cho kiểu không phản hồi (nối J3, J5, J7) và có phản hồi (nối J3, J8).

Ghi kết quả vào bảng A2-6.

Biểu diễn kết quả sự phụ thuộc hệ số khuếch đại vào tần số cho hai trường hợp có phản hồi âm và không có phản hồi âm.

6. Ảnh hưởng phản hồi âm lên tổng trở vào:

Nối sơ đồ hình A2-2 như kiểu 1 trong bảng A2-5 (không có phản hồi âm - nối J5, J1, J7). Máy phát của ATS-11N ở chế độ phát xung dạng sin, ở tần số 1kHz, biên độ 200mV.

Đo biên độ xung ra máy phát $U_f(0)$ khi chưa nối máy phát vào điểm IN(A) của sơ đồ A2-5. Ghi kết quả vào bảng A2-7.

Cắm chốt máy phát vào điểm A, cấp tín hiệu cho sơ đồ A2-2B. Đo biên độ xung vào $U_{iv}(1)$. Ghi kết quả vào bảng A2-7.

Nối hệ như kiểu 4 trong bảng A2-5 cho trường hợp có phản hồi âm (nối J2, J4, J5, J8). Máy phát của ATS-11N ở chế độ phát xung dạng sin, tần số 1kHz, biên độ 200mV. Đo biên độ xung ra máy phát $U_f(0)$ khi chưa nối máy phát vào điểm IN(A) của sơ đồ A2-2B. Ghi kết quả vào bảng A2-7.

Cắm chốt máy phát vào điểm A, cấp tín hiệu cho sơ đồ hình A2-2B. Đo biên độ xung vào $U_{iv}(1)$. Ghi kết quả vào bảng A2-7.

Từ giá trị đo, tính điện trở vào R_i cho hai trường hợp, với điện trở nội máy phát $R_f = 500\Omega$.

Bảng A2-7

Trạng thái	J1	J2	J4	J5	J7	J8	U_{in}	U_{out}	$R_i = \frac{U_{fv}(0).R_f}{U_{fv}(0) - U_{fv}(1)}$
1	Không có phản hồi âm	1	0	0	1	1	0	200mV	$U_{v(1)}$
2	Có phản hồi âm	0	1	1	1	0	0	200mV	$U_{v(1)}$

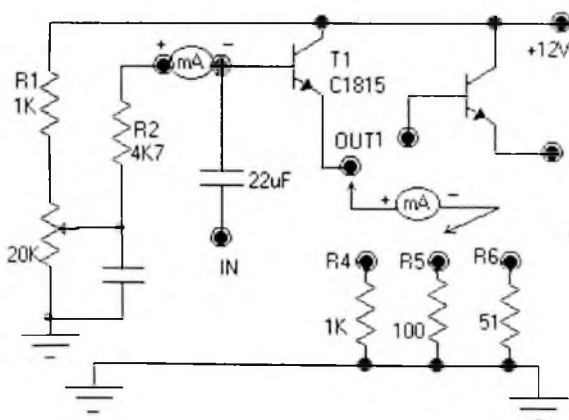
Kết luận về vai trò của mạch phản hồi âm đối với một số đặc trưng của sơ đồ khuếch đại emitter chung.

3.3.4. Sơ đồ collector chung - tầng lặp lại emitter

3.3.4.1. Nhiệm vụ

Sinh viên tìm hiểu nguyên tắc lặp lại emitter và sơ đồ Darlington.

3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động



Chế độ làm việc một chiều: biến trở 20K để thay đổi điện áp vào cực B của tranzitor. Khi U_{BE} đủ lớn tranzitor mở. Khi đó $U_{CE} \sim 0V$, ta tính được dòng I_E .

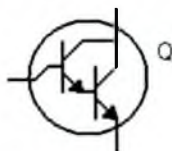
Hệ số khuếch đại $\beta = I_C/I_B \sim I_E/I_B$.

Khi làm việc ở chế độ xoay chiều: việc khuếch đại tín hiệu 1 chiều hay xoay chiều chỉ khác nhau ở chỗ tín hiệu xoay chiều được truyền qua tụ còn tín hiệu một chiều không được truyền qua tụ mà được truyền trực tiếp.

Điện áp lấy ra ở đầu E của tranzitor. Về trị số $U_{ra} \sim U_{vào}$ ($U_{ra} = U_{vào} + U_{BE} \sim U_{vào}$) và trùng pha với điện áp vào.

Tầng CC dùng để phối hợp trở kháng giữa lối ra bộ khuếch đại với tải có điện trở nhỏ, có vai trò như một tầng khuếch đại công suất.

Với sơ đồ mắc Darlington, đầu ra sẽ có công suất lớn.



Khi đó cặp tranzitor T1, T2 tương đương với tranzitor mới. Chức năng của mạch do tranzitor T1 quyết định còn tranzitor T2 có tác dụng khuếch đại dòng ra.

Hệ số khuếch đại dòng điện là: $\beta = \beta_1 * \beta_2$.

3.3.4.3. Các bước thực hiện

1. Đo hệ số khuếch đại dòng

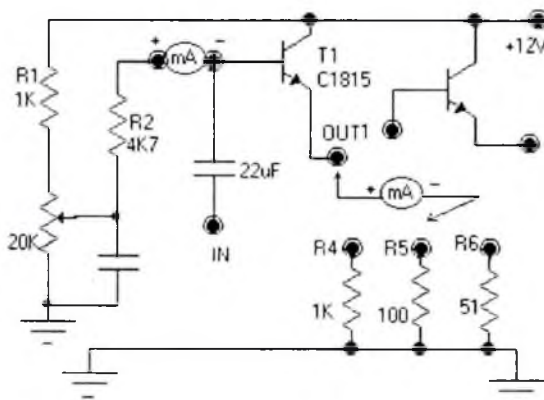
1. Cấp nguồn +12V cho sơ đồ hình A2-3a, b.

2. Mắc các đồng hồ đo:

Đồng hồ đo dòng base của tranzitor: nối các chốt đồng hồ đo (mA) mạch A2-3 với đồng hồ đo dòng DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 2mA.

Đồng hồ đo dòng emitter của tranzitor: đặt các công tắc của bộ đo hiện số DIGITAL V-A METER của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ dòng (A) và khoảng đo 20mA. Nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A2-3a với chốt E1 và R5 để tạo mạch emitter cho T1.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.



*Hình A2-3a. Sơ đồ collector chung – Tăng lặp lại
emitter trên tranzitor.*

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị chính ATS-11N. Vận biên trở P1 để dòng qua base tranzitor T1 ~ 20 μ A.

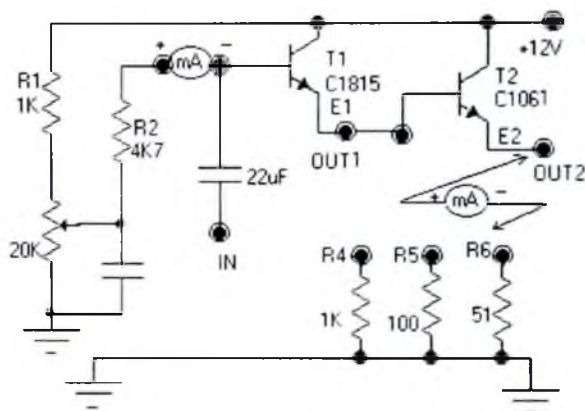
4. Thay đổi giá trị điện trở P1, do đó làm thay đổi dòng base tranzitor T1 theo các lần đo cho trong bảng A2-8. Ghi giá trị dòng chảy qua emitter của tranzitor vào bảng A2-8.

5. Tính hệ số khuếch đại dòng DC: $K(I) = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{b2} - I_{b1})$.

Bảng A2-8

	Dòng $I_{b1}/T1$ (chỉnh P1)	Dòng $I_{b1}/T1$
1	$I_{b1} = 20\mu A$	$I_{c1} = \dots\dots\dots mA$
2	$I_{b2} = 50\mu A$	$I_{c2} = \dots\dots\dots mA$

Tăng lặp lại Darlington:



Hình A2-3b. Sơ đồ Darlington.

1. Đồng hồ đo dòng emitter của tranzitor: đặt các công tắc của bộ đo hiện số DIGITAL V-A METER của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ đo dòng (A) và khoảng đo 200mA. Nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A2-3 với chốt E2 và R5 để nối mạch emitter cho T2.

2. Sử dụng dây có chốt cắm để nối mạch hình A2-3 thành sơ đồ Darlington nối chốt E1 với B2.

3. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị chính ATS-11N. Vận biến trở P1 để dòng qua base tranzitor $\sim 10\mu\text{A}$.

4. Thay đổi giá trị điện trở P1, làm thay đổi dòng base tranzitor T1, và do đó T2, theo các kiểu cho trong bảng A2-9. Ghi giá trị dòng chảy qua emitter của tranzitor T2 vào bảng A2-9.

Bảng A2-9

	Dòng $I_b/T1$ (chỉnh P1)	Dòng $I_c/T1$
1	$I_{b1} = 10\mu\text{A}$	$I_{c1} = \dots\dots\dots\text{mA}$
2	$I_{b2} = 20\mu\text{A}$	$I_{c2} = \dots\dots\dots\text{mA}$

5. Tính hệ số khuếch đại dòng DC cho toàn bộ sơ đồ Darlington:

$$K(I) = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{b2} - I_{b1})$$

6. So sánh hệ số khuếch đại dòng cho sơ đồ lặp lại thông thường và sơ đồ Darlington.

3.3.4.2. Tầng lặp làm việc ở chế độ xoay chiều (AC)

1. Sử dụng mảng sơ đồ A2-3.

2. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ:

Phát vuông góc (công tắc FUNCTION GENERATOR ở vị trí vẽ hình vuông góc), tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENCY).

* Biên độ ra 2V(chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

3. Nối lỗi vào IN mạch A2-3 với lỗi ra máy phát tín hiệu.

4. Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu. Nối kênh 1 dao động ký với điểm thế vào IN. Nối kênh 2 của dao động ký với điểm thế ra C.

5. Nối các chốt E1 với R4, R5, R6. Đo thông số xung ra. Tính hệ số khuếch đại thế $K1 = U_{ra}/U_{vào}$, cho từng lặp lại đơn. Ghi kết quả vào bảng A2-10.

Bảng A2-10

	U(in)/base T1	U(out)/emitter T1	K1
E1xR4			
E1xR5			
E1xR6			

6. Nối các chốt E1 với B2. Nối E2 với R4, R5, R6. Đo thông số xung ra. Tính hệ số khuếch đại thế $K2 = U_{ra}/U_{vào}$, cho từng lặp lại Darlington. Ghi kết quả vào bảng A2-11.

Bảng A2-11

	U(in)/base T1	U(out)/emitter T2	K2
E1xR4			
E1xR5			
E1xR6			

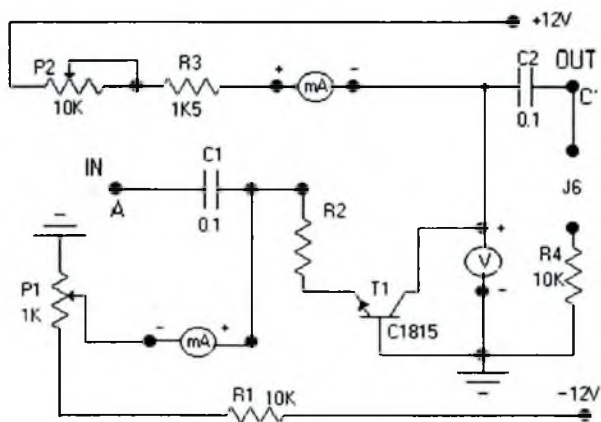
7. Trên cơ sở đo hệ số khuếch đại dòng (mục 3.3.1) và hệ số khuếch đại thế (mục 3.3.3), đưa ra kết luận về vai trò khuếch đại của tầng lặp lại emitter. So sánh kết quả đo giữa tầng lặp lại đơn và tầng lặp lại Darlington.

3.3.5. Khuếch đại tranzitor kiểu base chung

3.3.5.1. Nhiệm vụ

Sinh viên hiểu được nguyên tắc khuếch đại của tranzitor trong sơ đồ mắc kiểu base chung.

3.3.5.2. Nguyên lý hoạt động



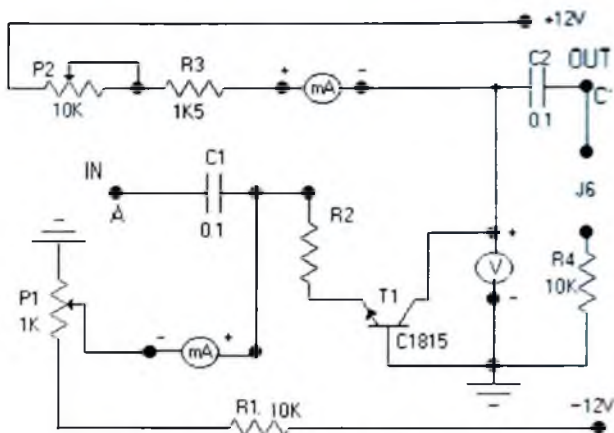
Đây là sơ đồ tăng khuếch đại mắc kiểu base chung, dùng để khuếch đại tín hiệu xoay chiều, nhưng để khuếch đại tín hiệu một chiều chỉ cần nối tắt các tụ nối tầng C1. Điện trở R1, R2 và biến trở P1 để xác định dòng tĩnh I_E cho tranzitor.

Điều chỉnh biến trở P1 làm thay đổi dòng vào I_E . Dòng ra I_C cũng thay đổi theo dẫn đến điện áp U_C thay đổi. Hệ số khuếch đại dòng điện $K_i \sim 1$.

Sơ đồ mắc BC thường dùng cho các mạch khuếch đại làm việc ở tần số cao (vì điện dung vào nhỏ).

3.3.5.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ hình A2-4:



Hình A2-4. Sơ đồ khuếch đại base chung.

2. Mắc các đồng hồ đo:

Đồng hồ đo sụt thế trên tranzitor: nối các chốt đồng hồ đo (V) của mạch A2-4 với đồng hồ thể hiện số DIGITAL VOLMETER của thiết bị chính ATS-11N. Khoảng đo đặt ở 20V.

Đồng hồ đo dòng collector của tranzitor: đặt các công tắc của bộ đo hiện số DIGITAL V-A METER của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ dòng (A) và khoảng đo 20mA. Nối các chốt đồng hồ đo (mA) của mạch A2-4 với chốt vào bộ đo.

Đồng hồ đo dòng emitter của tranzitor: nối các chốt đồng hồ đo (mA) mạch A2-4 với đồng hồ đo dòng hiện số DIGITAL mA METER của thiết bị chính ATS-11N.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo khoảng đo đặt ở 20mA.

3. Đo hệ số truyền dòng α :

Vận biến trở P1 (hình A2-4) để dòng emitter - I_e ứng với các giá trị trong bảng A2-10. Ghi giá trị dòng collector - I_c vào bảng A2-10.

Bảng A2-10

	Dòng $I_e/T1$ (chỉnh P1)	Dòng $I_c/T1$
1	$I_{e1} = 1\text{mA}$	$I_{c1} = \dots\dots\dots\text{mA}$
2	$I_{e2} = 2\text{mA}$	$I_{c2} = \dots\dots\dots\text{mA}$

4. Tính hệ số truyền: $\alpha = (I_{c2} - I_{c1}) / (I_{e2} - I_{e1})$.

5. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ:

Phát vuông góc (công tắc FUNCTION GENERATOR ở vị trí vẽ hình vuông góc).

Tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tần FREQUENCY).

Biên độ ra 50mV (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

6. Bật điện nguồn nuôi cho thiết bị chính ATS-11N. Vận biến trở P1 để dòng qua base tranzitor $\sim 20\mu\text{A}$.

7. Vận biến trở P2 để có sụt thế trên collector T1 là 6V và dòng collector là 2mA. Đo dòng qua collector tranzitor.

8. Nối lối vào IN(A) mạch A2-4 với lối ra máy phát tín hiệu.

9. Dùng dao động ký để quan sát tín hiệu. Nối kênh 1 của dao động ký với điểm thế vào A/D. Nối kênh 2 dao động ký với điểm thế ra C/D.

10. Đo biên độ xung vào và ra. Tính hệ số khuếch đại thế bằng $U_{ra}/U_{vào}$.

11. Nối J6, đo biên độ xung ra. Tính tỷ số biên độ xung ra khi có tải (U_{ra} có nối J6) và khi không có tải (U_{ra} không nối J6).

12. So sánh sự mất mát biên độ xung khi nối chốt tải cho ba bộ khuếch đại emitter chung, collector chung và base chung. Kết luận sơ bộ về khả năng ứng dụng của mỗi loại.

BÀI 3. KHUẾCH ĐẠI NỔI TẦNG DÙNG TRANZITOR

1. MỤC ĐÍCH CHUNG

Tìm hiểu nguyên tắc xây dựng bộ khuếch đại nhiều tầng trên tranzitor. Hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại nối tầng.

Tìm hiểu nguyên tắc hoạt động và hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại vi sai và khuếch đại thuật toán.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Để thực hành tốt được bài thí nghiệm yêu cầu sinh viên cần nắm rõ một số điểm sau:

Cách tính hệ số khuếch đại của một tầng và nhiều tầng.

Tác dụng ổn định dòng tĩnh, bù nhiệt trong mạch khuếch đại vi sai. Tính được hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại vi sai.

Hiểu nguyên lý mạch khuếch đại thuật toán.

Xác định được cách mắc tranzitor theo kiểu CC, BC, EC và các chế độ công tác A, B.

3. CÁC BÀI THÍ NGHIỆM

3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG

- Thiết bị chính cho thực tập điện tử tương tự ATS-11N.
- Khối thí nghiệm AE-103N cho bài thực tập về tranzitor (gắn lên thiết bị chính ATS-11N).

- Dao động ký hai tia.

- Phụ tùng dây cắm.

3.2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI

Khối AE-103 chứa 6 mảng sơ đồ A3-1... 6, với các chốt cấp nguồn riêng. Khi sử dụng mảng nào cần nối dây cấp nguồn cho mảng sơ đồ đó. Đất (GND) của các mảng sơ đồ đã được nối sẵn với nhau, do đó chỉ cần nối đất chung cho toàn khối AE-103N.

1. Bộ nguồn chuẩn DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các thế chuẩn $\pm 5V$, $\pm 12V$ cố định.

2. Bộ nguồn điều chỉnh DC ADJUST POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các giá trị điện thế một chiều 0... +15V và 0... -15V. Khi vặn các biến trở chỉnh nguồn, cho phép định giá trị điện thế cần thiết. Sử dụng đồng hồ đo thế DC trên thiết bị chính xác định điện thế đặt.

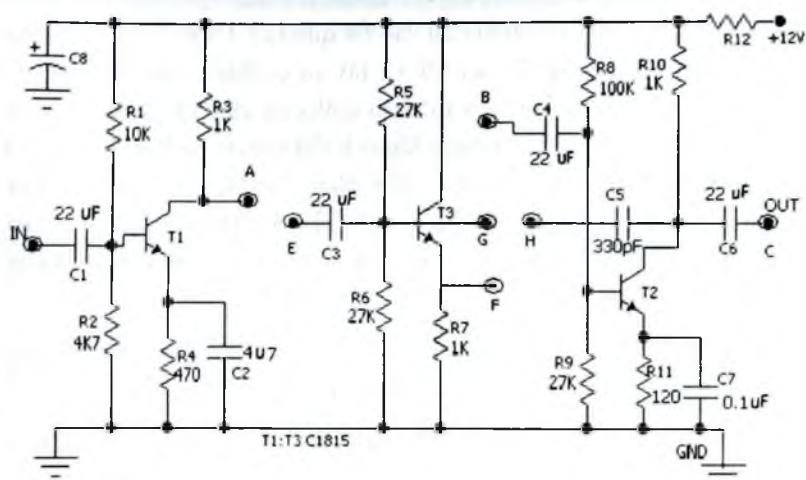
3. Khi thực tập, cần nối dây từ các chốt cấp nguồn của ATS-11N tới trực tiếp cho mảng sơ đồ cần khảo sát.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP

3.3.1 Khuếch đại nổi tăng

Thí nghiệm về bộ khuếch đại nổi tăng được thực hiện trên mảng sơ đồ hình A3-1.



Hình A3-1. Bộ khuếch đại nối tầng bằng mạch CR.

3.3.1.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc xây dựng bộ khuếch đại nhiều tầng trên tranzitor.

Tìm hiểu nguyên nhân giảm hệ số khuếch đại khi ghép tầng và phương pháp làm giảm sự mất mát đó.

3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động

Trong hình A3-1 là sơ đồ khuếch đại nối tầng. Ta có thể nối hai hay ba tầng tùy theo việc đấu nối các đầu nối. Khi ta nối A với E ta được bộ khuếch đại hai tầng. Còn khi nối A với E, F với B ta được bộ khuếch đại ba tầng.

Ví dụ: Phân tích hoạt động của bộ khuếch đại ba tầng (nối A với E, F với B).

Tụ C1, C3, C4, C6 là các tụ nối tầng.

Tín hiệu xoay chiều từ đầu vào IN qua tụ C1 vào chân bazơ của T1 được khuếch đại với hệ số K1 và lấy ra ở chân collector của T1 (khuếch đại đảo pha). Tín hiệu từ chân collector của T1 được đưa đến chân bazơ của T3 qua tụ C3 được khuếch đại với hệ số K3 và lấy ra ở chân emitter của T3 (khuếch đại đồng pha). Tín hiệu từ chân emitter của T3 đưa đến chân bazơ của T2 qua tụ C4 được khuếch đại với hệ số K2 (khuếch đại đảo pha). Tín hiệu lối ra được lấy ở chân collector của T2 qua tụ C6.

Tín hiệu sau 3 tầng khuếch đại có hệ số khuếch đại $K=K1.K2.K3$ và đồng pha với tín hiệu vào.

Tín hiệu tại chân C của T2 ngược pha với tín hiệu tại chân B của T3 nên sử dụng tụ C5 để tạo mạch hồi tiếp âm khử nhiễu ở cao tần.

Nếu chỉ sử dụng một hoặc hai tầng khuếch đại ta cũng phân tích tương tự như trên.

3.3.1.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A3-1.

2. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị ATS -11N ở chế độ:

Phát dạng sin (công tắc FUNCTION ở vị trí như hình vẽ).

Tần số 1kHz (công tắc ở khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENCY).

Biên độ ra $\pm 10V$ từ đỉnh tới đỉnh (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

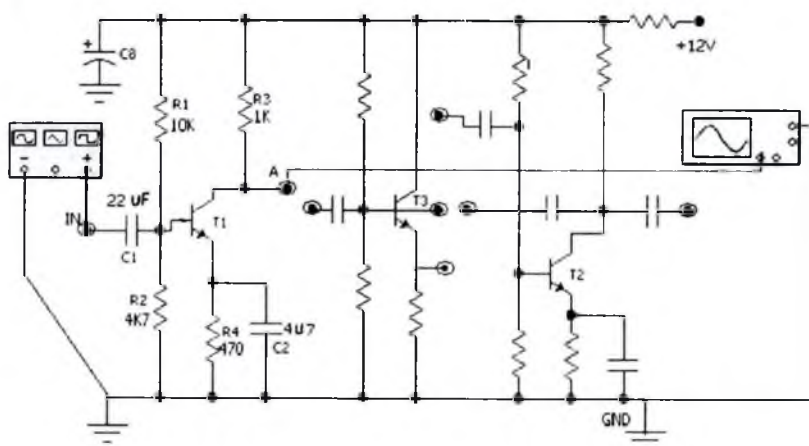
3. Đặt thang đo thế lối vào của kênh 1 dao động ký ở 50mV/cm, kênh 2 ở 2V/cm, thời gian quét 1ms/cm. Chỉnh cho cả hai tia nằm giữa khoảng phần trên và phần dưới của màn dao động ký. Sử

dụng các nút chỉnh vị trí để dịch tia theo chiều X và Y về vị trí dễ quan sát.

Nối kênh 1 dao động ký với từng chốt vào tùy theo thí nghiệm, nối kênh 2 dao động ký với từng lối ra tùy theo thí nghiệm.

4. Nối tín hiệu từ máy phát với lối vào IN theo hình A3-1a. Đo biên độ xung vào và xung ra (collector – lối ra A) của tầng T1.

Tính hệ số khuếch đại: $K1 = U_{ra}/U_{vào}(T1)$.

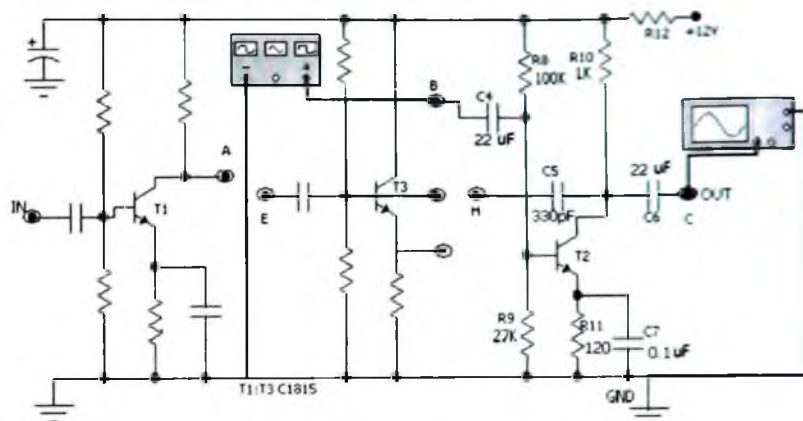


Hình A3-1a. Bộ khuếch đại trên tranzitor T1- xác định K1.

5. Nối tín hiệu từ máy phát với lối vào B theo hình A3-1b. Đo biên độ xung vào và xung ra (collector - OUT/C) của tầng T2.

Tính hệ số khuếch đại:

$$K2 = U_{ra}/U_{vào}(T2)$$



Hình A3-1b. Bộ khuếch đại trên tranzitor T2- xác định K2.

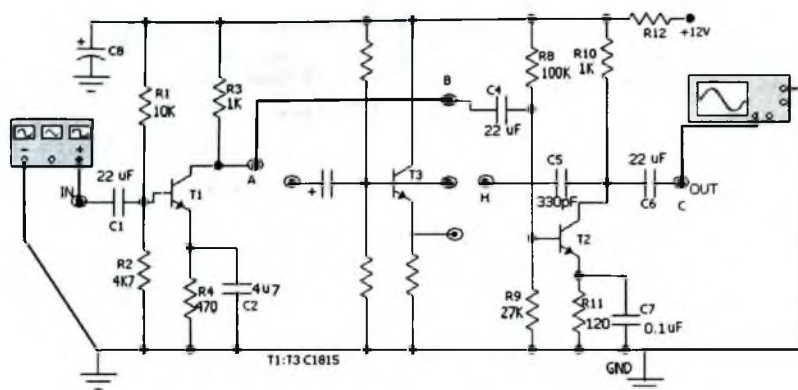
6. Tính hệ số khuếch đại khi ghép hai tầng:

$$K(\text{tính toán}) = K1.K2$$

7. Nối A với B (hình A3-1c) để ghép hai tầng khuếch đại T1, T2 bằng mạch C4, R8//R9. Cấp tín hiệu máy phát vào IN. Đo biên độ xung vào (tại IN) và xung ra (tại C).

Tính hệ số khuếch đại:

$$K(\text{đo}) = U_{\text{ra}}/U_{\text{vào}}(T1 - T2)$$



Hình A3-1c. Bộ khuếch đại nối tầng bằng mạch RC.

Xác định K1, K2.

8. So sánh giá trị hệ số K(tính toán) và K(đo). Tính hệ số mất mát khi nối tầng:

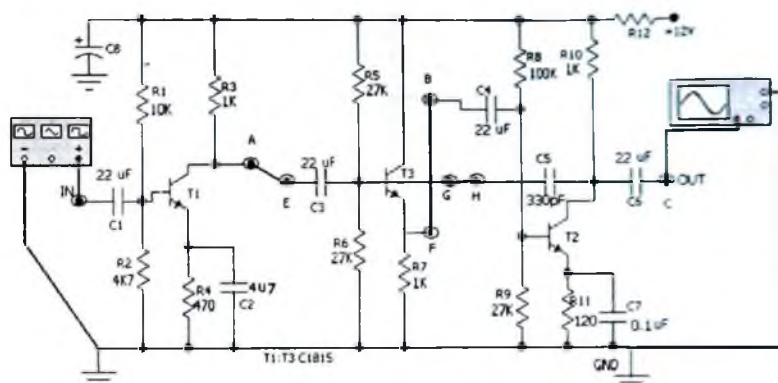
$$K(CR) = (K(\text{tính}) - K(\text{đo})) \cdot 100 / K(\text{tính}).$$

9. Nối A với E và F với B để ghép hai tầng khuếch đại T1, T2 qua tầng lặp lại emitter T3 - hình A3-1d (lưu ý tầng lặp lại emitter có trở vào lớn và trở ra nhỏ). Đo biên độ xung vào (tại IN) và xung ra (tại C). Tính hệ số khuếch đại:

$$K(\text{đo } 2) = U_{ra} / U_{vào} (T1, 2, 3).$$

Tính hệ số mất mát khi nối tầng:

$$K(T3) = (K(\text{tính}) - K(\text{đo})) \cdot 100 / K(\text{tính}).$$



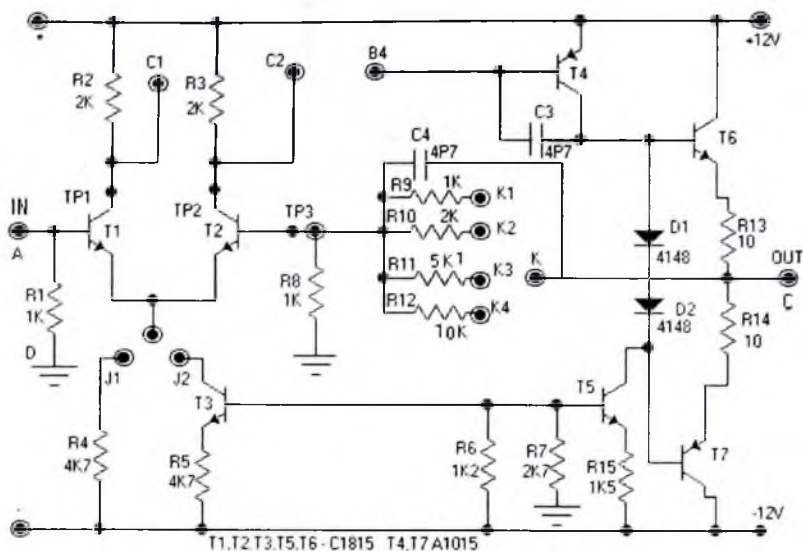
Hình A3-1d. Bộ khuếch đại với bộ lặp lại emitter ghép tầng.

Chú ý: Khi có tín hiệu nhiễu cao tần, nối G với H để tạo mạch phản hồi âm khử nhiễu.

10. So sánh giá trị hệ số mất mát hệ số khuếch đại trong hai trường hợp nối tầng bằng mạch CR và bằng tầng lặp lại emitter. Giải thích kết quả.

3.3.2. Khuếch đại vi sai

Thí nghiệm về bộ khuếch đại vi sai thực hiện trên sơ đồ hình A3-2:



Hình A3-2. Sơ đồ khuếch đại vi sai và khuếch đại thuật toán.

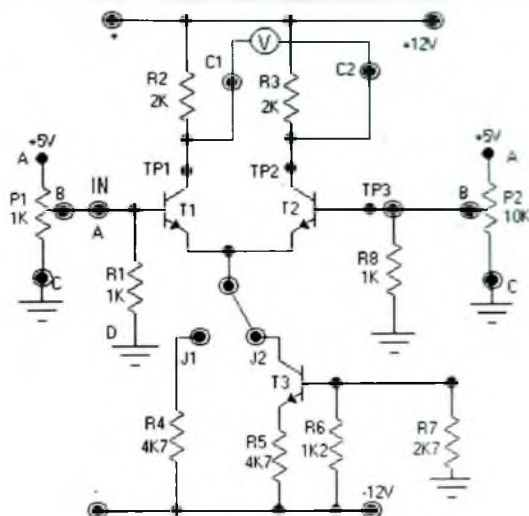
3.3.2.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc hoạt động của bộ khuếch đại vi sai.

Tìm hiểu về hệ số khuếch đại và máy phát dòng của bộ khuếch đại vi sai.

3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động

Bộ khuếch đại vi sai được cho trên hình A3-2a.



Hình A3-2a. Sơ đồ khuếch đại vi sai.

Tín hiệu vào có thể đưa qua điểm A hay điểm TP3 còn tín hiệu ra có thể lấy tại điểm C1 hay C2. Ở đây hai tranzitor T1, T2 và hai điện trở R2, R3 có các thông số và giá trị giống hệt nhau để đảm bảo sự đối xứng chống độ trôi, nhiễu trong cùng điều kiện nhiệt độ, môi trường.

Tranzitor T3 đóng vai trò là nguồn dòng ổn định.

Khi chưa có tín hiệu vào thì điện áp trên hai cực góp của tranzitor là như nhau nên điện áp lấy trên đường chéo là:

$$U_{ra} = U_{ra1} - U_{ra2} = 0.$$

Khi có một tín hiệu vào, giả sử $U_{vào1} > 0$, $U_{vào2} = 0$ thì do tác dụng của điện thế lối vào, xuất hiện dòng điện lối vào của hai tranzitor, dòng cực gốc của T1 tăng lên còn dòng cực gốc của T2 giảm

xuống. Khi đó dòng I_{E1} , I_{C1} tăng lên còn dòng I_{E2} , I_{C2} giảm xuống. Sự thay đổi điện áp diễn ra ngược chiều với cùng một số gia vì dòng $I_E = I_{E1} + I_{E2} = \text{const}$ (chính là dòng qua tranzitor T3).

Điện áp trên cực góp của tranzitor T1 là: $U_{c1} = +V_{cc} - I_{C1}R_{C1}$ giảm một lượng là ΔU_{C1} .

Điện áp trên tranzitor T2 là: $U_{c2} = +V_{cc} - I_{C2}R_{C2}$ tăng một lượng là ΔU_{C2} .

Với cách đưa tín hiệu vào như vậy thì ta có tín hiệu đầu ra lấy trên cực góp của tranzitor là đầu ra đảo còn lấy ra trên cực góp của tranzitor T2 là đầu ra thuận. Tín hiệu lấy ra trên hai cực góp của tranzitor gọi là tín hiệu vi sai.

$$U_{ra} = U_{C2} - U_{C1} = \Delta U_{C2} + \Delta U_{C1} = 2\Delta U_C = 2|\Delta I_C|R_C$$

Khi mắc T3 (nối J2), thì tác dụng ổn định dòng, bù nhiệt tăng lên so với khi dùng điện trở R4 (nối J1).

3.3.2.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A3-2. Nối sơ đồ như hình A3-2a.

2. Mắc đồng hồ đo: đồng hồ đo chênh lệch thế giữa hai collector của cặp tranzitor vi sai T1-T2: nối các chốt đồng hồ đo (V: C1 và C2) của mạch A3-2a với bộ đo hiện số DIGITAL VOLTMETER của thiết bị chính ATS-11N. Đặt công tắc khoảng đo ở 20V.

3. Nối J1 (các J còn lại ngắt). Nối các biến trở 1K và 10K (của thiết bị chính ATS-11N với nguồn +5V, đất và với lối vào sơ đồ khuếch đại vi sai như hình A3-2a.

4. Vận cả hai biến trở về nối đất, $U_B(T1) = U_B = 0$. Ghi giá trị U_{ra} chỉ thị trên đồng hồ. Nếu $U_{ra} = U_{offset} \neq 0$, giải thích nguyên nhân vì sao?

Xác định chiều thế U_{ra} , để xem tranzitor nào trong T1 - T2 kém hơn. Vận từ từ biến trở lối vào của nó cho đến khi thế ra $U_{ra} = 0$. Đo thế U_{B1} tương ứng.

5. Vận các biến trở 1K và 10K của thiết bị chỉnh để tăng dần từng bước $U_B(T1)$ hoặc $U_B(T2)$. ở mỗi bước, đo các giá trị thế lối vào $U_B(T1)$ và $U_B(T2)$ và giá trị thế ra tương ứng. Xác lập giá trị hệ số khuếch đại vì sai ứng với từng cặp $U(In1)$, $U(In2)$ theo biểu thức:

$$K = (U_{ra} - U_{offset}) / (U_B(T1) - U_B(T2))$$

6. Xác định khoảng $U_B(T1)$ và $U_B(T2)$ mà hệ số K không đổi.

7. Ngắt J1, nối J2. Lập lại thí nghiệm trên. So sánh kết quả cho hai trường hợp. Giải thích vai trò của T3.

3.3.3. Bộ khuếch đại thuật toán trên tranzitor

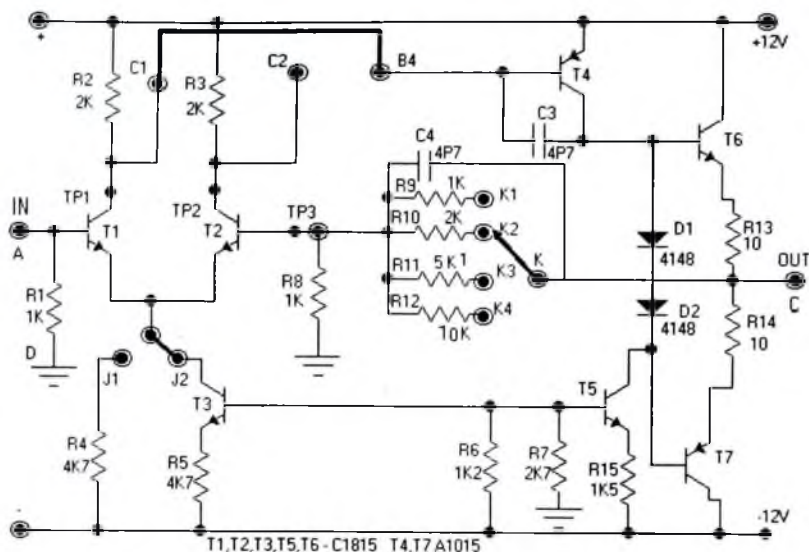
Thí nghiệm về bộ khuếch đại thuật toán dùng tranzitor thực hiện trên mảng sơ đồ hình A3-2.

3.3.3.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc hoạt động của khuếch đại một chiều (khuếch đại thuật toán).

Tìm hiểu về đặc trưng khuếch đại của bộ khuếch đại thuật toán.

3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động



Hình A3-2b. Bộ khuếch đại thuật toán dùng tranzitor.

Tín hiệu được lấy từ cực collector của tranzitor T1 hoặc T2 là tín hiệu vi sai đưa vào chân B của tranzitor T4 (mắc theo kiểu EC). T4, D1, D2 ở chế độ tĩnh gần như thông.

Tín hiệu tại đầu ra khuếch đại vi sai đưa đến chân bazơ của T4.

Ở nửa chu kỳ âm của tín hiệu: tín hiệu được khuếch đại đảo pha qua T4 làm cho T6 (mắc CC) mở và khuếch đại. Điện áp lấy ra tại điểm OUT.

Ở nửa chu kỳ dương của tín hiệu: tín hiệu được khuếch đại đảo pha qua T4 làm đóng T6. Tín hiệu khi đó đi thẳng qua D1, D2 làm mở và khuếch đại T7 (mắc CC). Điện áp ra lấy tại OUT.

Tranzitor T3 và T5 có tác dụng như một nguồn dòng ổn định điểm công tắc của mạch.

3.3.3.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn $\pm 12V$ cho mảng sơ đồ A3-2.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn.

2. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ:

Phát dạng sin (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình sin).

Tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1K và bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENCY).

Biên độ ra 200mV từ đỉnh tới đỉnh (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

3. Nối J2. Nối C1 với B4. Bật điện và đo điện thế ra (thế ra U_{offset}).

4. Nối chốt K với K1. Đo chế độ một chiều của sơ đồ, tính dòng qua các tranzitor.

Đo sụt thế trên R5, tính $I(T3) = U(R5)/4K7$ (mA)

Đo sụt thế trên R3, tính $I(T3) = U(R4)/2K$ (mA)

Dòng $I(T1) = I(T3) - I(T2)$ (mA)

Đo sụt thế trên R13, tính $I(T4,5) = U(R15)/1K5$ (mA)

5. Nối máy phát xung của thiết bị chính vào lối vào In(A). Đo biên độ xung vào và xung ra khi nối lần lượt các chốt K với K1, K2, K3, K4. Ghi giá trị vào bảng A3-1.

Bảng A3-1

Chốt nối	U _{vào}	U _{ra}	K= U _{ra} /U _{vào}	Tỷ số trở
J1	200mV			R9/R8 =
J2	200mV			R10/R8 =
J3	200mV			R11/R8 =
J4	200mV			R12/R8 =

So sánh kết quả giữa hệ số K đo được với tỷ số trở tương ứng.

Giải thích kết quả

6. Sử dụng máy phát xung ngoài để khảo sát đặc trưng tần số của bộ khuếch đại. Thay đổi tần số xung vào từ cực tiểu đến cực đại.

Đo biên độ xung vào và xung ra ở mỗi tần số. Tính hệ số khuếch đại thể bằng $U_{ra}/U_{vào}$ cho mỗi bước dịch tần số. Ghi kết quả vào bảng A3-2.

Bảng A3-2

	100Hz	10kHz	100kHz	500kHz	1MHz	2MHz
U _{vào}						
U _{ra}						
K						

BÀI 4. SƠ ĐỒ DAO ĐỘNG TÍN HIỆU DẠNG SIN

1. MỤC ĐÍCH

Mục đích của bài thí nghiệm này là tìm hiểu về các mạch dao động hình sin như: bộ dao động dịch pha zero, bộ tạo dao động LC, bộ dao động Armstrong, bộ tạo dao động thạch anh.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Để thực hành tốt được bài thí nghiệm yêu cầu sinh viên cần nắm rõ một số điểm sau:

- + Cơ sở lý thuyết về mạch dao động.
- + Điều kiện dao động của mạch có hồi tiếp.
- + Nguyên lý dao động của mạch ba điểm điện dung.

3. CÁC BÀI THỰC HÀNH

3.1. THIẾT BỊ SỬ DỤNG

1. Thiết bị chính cho thực tập điện tử tương tự ATS-11N.
2. Khối thí nghiệm AE-104N cho bài thực tập về dao động (gắn lên thiết bị chính ATS-11N).
3. Dao động ký hai tia.
4. Phụ tùng: dây có chốt cắm hai đầu.

3.2. CẤP NGUỒN VÀ DÂY NỐI

Khối AE-104N chứa 5 mảng sơ đồ A-1... 5, với các chốt cấp nguồn riêng. Khi sử dụng mảng nào cần nối dây cấp nguồn cho mảng sơ đồ đó. Đất (GND) của các mảng sơ đồ đã được nối sẵn với nhau, do đó chỉ cần nối đất chung cho toàn khối AE-104N

1. Bộ nguồn chuẩn DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các thế chuẩn $\pm 15V$, $\pm 12V$ cố định

2. Bộ nguồn điều chỉnh DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các giá trị điện thế một chiều 0... +15V và 0... -15V. Khi vận các biến trở chỉnh nguồn, cho phép định giá trị điện thế cần thiết. Sử dụng đồng hồ đo thế DC trên thiết bị chỉnh để xác định điện thế đạt

3. Khi thực tập, cần nối dây từ các chốt cấp nguồn của ATS-11N tới cấp trực tiếp cho mảng sơ đồ cần khảo sát.

Chú ý: Cắm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

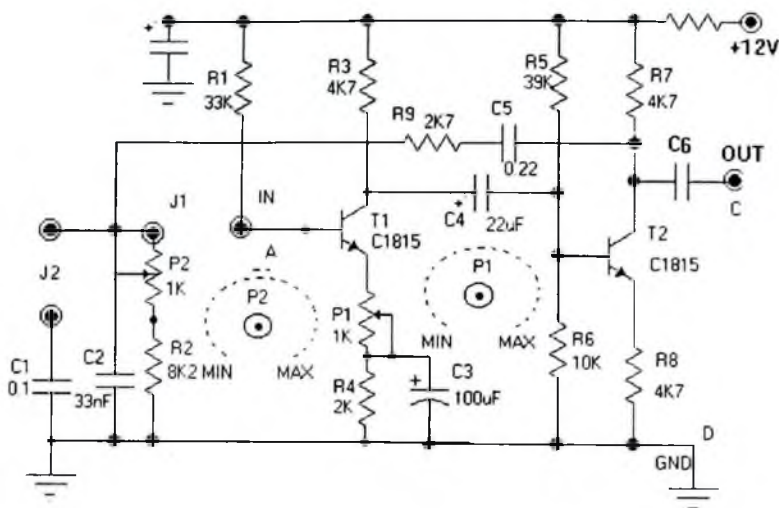
3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP

3.3.1. Sơ đồ dao động dịch pha Zero

3.3.1.1. Nhiệm vụ

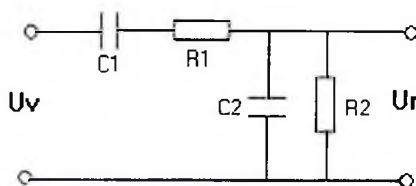
Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động trên cơ sở bộ khuếch đại không đảo có phản hồi dương kiểu dịch pha zero từ lối ra tới lối vào.

3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động



Hình A4-1. Bộ dao động dịch pha zero.

Mạch dao động dịch pha zero sử dụng mạch khuếch đại có khâu hồi tiếp là mạch lọc thông dải như hình dưới đây.



Điện áp U_r sẽ đồng pha với U_v tại tần số $\omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$ (là

tần số cộng hưởng của bộ lọc dải thông). Tại tần số ω mạch sẽ tự dao động. Bộ dao động khi đó gọi là bộ dao động dịch pha zero.

Trong sơ đồ mạch điện thí nghiệm:

Khâu hồi tiếp gồm C5, R9 và C2, R2, biến trở P2.

Tín hiệu qua hai tầng khuếch đại đảo pha T1 và T2 sẽ đồng pha với tín hiệu vào (tín hiệu ở collector T2 đồng pha với tín hiệu ở bazơ T1).

Tín hiệu hồi tiếp từ đầu ra qua khâu hồi tiếp (gồm C5, R9 và C2, R2, biến trở P2) được đưa trở lại đầu vào. Vì khâu hồi tiếp không làm thay đổi pha của tín hiệu hồi tiếp (dịch pha bằng 0) nên ta có hồi tiếp dương và mạch sẽ dao động. Tần số dao động của mạch khi thỏa mãn điều kiện hồi tiếp theo tính toán sẽ là
$$\omega = \frac{1}{\sqrt{R_9(R_2 + P2)C_5C_2}}$$

3.3.1.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn $\pm 12V$ cho mảng sơ đồ A4-1.
2. Dùng dao động ký để quan sát và đo tín hiệu. Nối kênh 1 sao động ký với lối vào A/D. Nối kênh 2 dao động ký với lối ra C/D
3. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị chính ATS-11N ở chế độ:

Phát dạng sin (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình sin)

Tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FUNCTION). Biên độ ra 100mV đỉnh-đỉnh (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE)

4. Nối lối ra máy phát xung với lối vào A/IN của sơ đồ A4-1. Bật nguồn điện. Điều chỉnh biến trở P1 để nhận xung ra không méo và có biên độ được khuếch đại. Kiểm tra phân cực xung ra ở collector T1 là ngược pha xung vào, phân cực xung ra ở collector T2 cùng pha với xung vào. Sau đó, ngắt tín hiệu từ máy phát

5. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1, T2. Đo sụt thế trên trở R3 và R7, tính dòng qua T1, T2

6. Nối J1. Chỉnh P1 để lối ra xuất hiện xung sin không méo dạng. Đặt P2 ở 3 vị trí: cực tiểu, giữa, cực đại. Đo chu kỳ xung ra tương ứng trên dao động ký, tính tần số dao động $F(\text{Hz}) = 1/T(\text{giây})$. Ghi kết quả vào bảng A4-1. So sánh kết quả đo với kết quả tính toán. Lập lại thí nghiệm khi nối J2.

Bảng A4-1

	f(tính toán)	f(đo)
Nối J1 P2 min	$1/(2 \pi C2.R2) =$	
Nối J1 P2 giữa	$1/(2 \pi C2.(R2+P2/2)) =$	
Nối J1 P2 max	$1/(2 \pi C2.(R2+P2) =$	
Nối J1,J2 P2 min	$1/(2 \pi (C1+C2).R2) =$	
Nối J1,J2 P2 giữa	$1/(2 \pi (C1+C2).(R2+P2/2))=$	
Nối J1,J2 P2 max	$1/(2 \pi (C1+C2).(R2+ P2) =$	

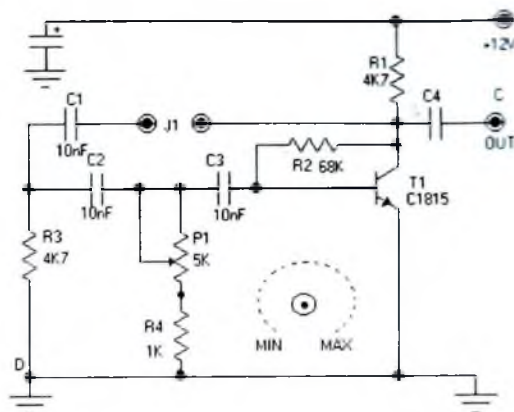
7. Nêu hai đặc điểm cụ thể về khuếch đại và phản hồi để sơ đồ làm việc ở chế độ phát xung.

3.3.2. Sơ đồ dao động dịch pha

3.3.2.1. Nhiệm vụ

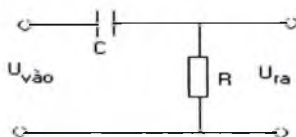
Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động có phản hồi với 3 dịch pha C-R để trở thành bộ dịch pha zero.

3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động



Hình A4-2. Bộ dao động dịch pha.

Để hiểu về mạch dịch pha này ta khảo sát mạch RC nối ra trên R như hình dưới đây:



Với mạch này ta có hệ số truyền đạt $\beta = \frac{R}{R + \frac{1}{j\omega C}} (= U_{ra}/U_{vào})$

Từ đó ta tính ra được góc dịch pha là:

$$\varphi = \arctg(1/\omega RC) (= \text{phần ảo/phần thực})$$

Như vậy ta thấy rằng $\varphi < 90^\circ$ khi R và C khác 0.

Dựa vào mạch di pha trên ta tìm hiểu kĩ nguyên lý hoạt động của mạch dao động dịch pha cho trên hình A4-2 như sau:

Tranzitor T1 có tác dụng khuếch đại đảo pha tín hiệu.

Để mạch dao động được thì nó phải tuân theo điều kiện dao động đó là điều kiện về pha. Trong sơ đồ đã sử dụng khâu hồi tiếp gồm ba mạch RC như trên. Lý do phải dùng đến ba mạch vì như ở trên ta đã khảo sát, mỗi mạch RC chỉ tạo dịch pha một góc $< 90^\circ$ nên để tạo ra một góc dịch pha là 180° thì phải cần đến ba mạch RC như trên ghép với nhau (mạch thứ nhất gồm có C1 và R3; mạch thứ hai gồm có C2 và R4 + P1 và mạch thứ ba gồm có C3 và R2).

Như vậy, hai điều kiện về dao động đã thỏa mãn. Mạch sẽ dao động và tạo ra tín hiệu điều hoà hình sin.

3.3.2.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn $\pm 12V$ cho mảng sơ đồ A4-2.

2. Ngắt J1 để không nối mạch phản hồi cho T1. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1. Đo sụt thế trên trở R1, tính dòng qua T1.

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 5V/cm. thời gian quét ở 1ms/cm.

Chỉnh cho tia nằm giữa màn dao động ký. Sử dụng các nút chỉnh vị trí để dịch tia theo chiều X và Y về vị trí dễ quan sát.

Nối kênh 1 dao động ký với lối ra C/D.

4. Nối J1, quan sát tín hiệu ra, điều chỉnh biến trở P1 để tín hiệu ra không bị méo dạng. Vẽ lại dạng tín hiệu ra. Đo chu kỳ xung, tính tần số máy phát:

$$T = \dots\dots\dots$$

$$f = 1/T(\text{giây}) \dots\dots\dots$$

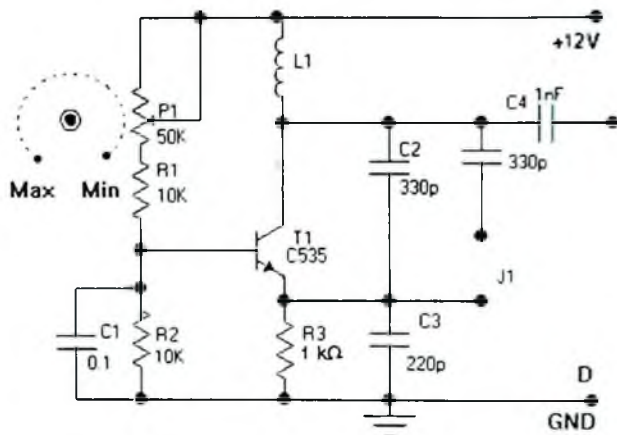
3.3.3. Sơ đồ dao động cao tần kiểu LC nối tiếp (Colpitts)

3.3.3.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động Colpitts.

3.3.3.2. Nguyên tắc hoạt động

Trên sơ đồ hình A4-3 giới thiệu một bộ dao động cao tần Colpitts kiểu LC nối tiếp.



Hình A4-3. Bộ dao động LC kiểu nối tiếp (sơ đồ Colpitts).

Tải của mạch khuếch đại T1 (mắc theo kiểu BC) là mạch cộng hưởng gồm L1 và C2, C3. Ở tần số cao, tụ C1 ngắn mạch thành phần xoay chiều từ bazơ xuống đất.

Ta có tín hiệu lỗi ra và lỗi vào trong sơ đồ khuếch đại bazơ chung là đồng pha cho nên tín hiệu lỗi ra trên collector được đưa về chân emitter qua tụ C2, C3 là đồng pha nhau (thỏa mãn điều kiện về pha) để duy trì hồi tiếp dương và mạch sẽ tự dao động.

Tần số dao động bằng tần số cộng hưởng của mạch tính theo công thức:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

trong đó: $L = L1$, $C = \frac{C2.C3}{C2+C3}$, hoặc $C = \frac{(C2+C4).C3}{C2+C4+C3}$, tùy theo việc nối hay không nối J1.

Để thay đổi giá trị tần số dao động, có thể thay đổi giá trị L hoặc C.

Điện áp trên tụ C3 được đưa về cực E (mạch khuếch đại BC) để duy trì hồi tiếp dương. Mạch thỏa mãn điều kiện dao động với tần số

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}.$$

3.3.3.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho sơ đồ hình A4-3.
2. Không nối J1.
3. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1. Đo sụt thế trên trở R2 ở base T1:

$$U(R2) =$$

Chỉnh biến trở P1 để $U(R2) = 7.3V$, đảm bảo cho T1 ở chế độ khuếch đại với dòng $I1 \approx 6 \div 7mA$.

4. Đặt kênh đo dao động ký ở chế độ AC. Điều chỉnh thời gian quét và thang đo thế lỗi vào dao động ký thích hợp để quan sát tín hiệu. Nối kênh 1 dao động ký với lỗi ra sơ đồ hình A4-3.

5. Quan sát tín hiệu ra trên dao động ký. Chỉnh PI để lõi ra xuất hiện xung sin không méo dạng. Vẽ dạng tín hiệu ra.

Từ kết quả thí nghiệm tính tần số dao động $F(\text{Hz}) = 1/T(\text{giây})$.

Với các giá trị $L1 = \dots\dots\dots \mu\text{H}$ cho trên sơ đồ (sai số 10%).

Tính tần số dao động của mạch $f(\text{Hz})$.

So sánh kết quả đo với kết quả tính toán.

6. Lập lại thí nghiệm khi nối J1.

7. Vẽ dạng tín hiệu ra

Từ kết quả thí nghiệm tính tần số dao động $F(\text{Hz}) = 1/T(\text{giây})$.

Với các giá trị $L1 = \dots\dots\dots \mu\text{H}$ cho trên sơ đồ (sai số 10%).

Tính tần số dao động của mạch $f(\text{Hz})$.

So sánh kết quả đo với kết quả tính toán.

8. So sánh kết quả thí nghiệm cho các trường hợp thí nghiệm ở trên.

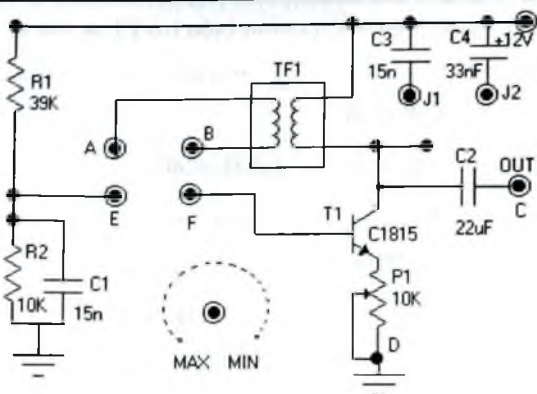
3.3.4. Sơ đồ dao động Armstrong

3.3.4.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động có phản hồi dương qua biến thể kiểu Armstrong.

3.3.4.2. Nguyên tắc hoạt động

Ta thấy tín hiệu giữa collector và base của tranzitor T1 là ngược pha nhau, tín hiệu ở collector được đưa qua một biến thể kiểu Armstrong có hai cuộn dây quấn ngược nhau nên nó làm đảo pha tín hiệu một lần nữa và đưa về cực B của tranzitor T1.



Hình A4-4. Bộ dao động Armstrong.

Như vậy là điều kiện về pha đã được thoả mãn. Ở đây, ta thay đổi giá trị của chiết áp P1 để có điều kiện về biên độ cho mạch dao động.

3.3.4.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mạch A4-4.

2. Nối E-F để phân cực base cho tranzitor T1. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1. Đo sụt thế trên biến trở P1, tính dòng qua T1. Chỉnh biến trở P1 để dòng qua T1 $\approx 3-4\text{mA}$ cho tranzitor T1 dẫn ở chế độ khuếch đại.

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 5V/cm, thời gian quét ở 1ms/cm.

Chỉnh cho tia nằm giữa màn dao động ký. Sử dụng các nút chỉnh vị trí để dịch tia theo chiều X và Y về vị trí dễ quan sát.

Nối kênh 1 dao động ký với lối ra C.

4. Nối cặp A với E và B với F để tạo mạch phản hồi tín hiệu. Quan sát tín hiệu ra. Nếu không có tín hiệu phát nổi đảo chiều A-F và

B-E. Khi sơ đồ có tín hiệu, điều chỉnh biến trở P1 để tín hiệu ra không bị méo dạng.

Vẽ lại dạng tín hiệu ra.

Đo chu kỳ xung, tính tần số máy phát:

$$T = \dots\dots\dots$$

$$f = 1/T(\text{giây}) \dots\dots\dots$$

5. Giải thích vì sao khi đảo chiều nối A, B với E - F, sơ đồ đang phát tín hiệu lại không phát và ngược lại.

6. Nối J1, J2. Quan sát sự thay đổi tín hiệu ra. Chỉnh biến trở P1. Đo tần số phát tương ứng.

Đo chu kỳ xung, tính tần số máy phát:

$$T = \dots\dots\dots$$

$$f = 1/T(\text{giây}) = \dots\dots\dots$$

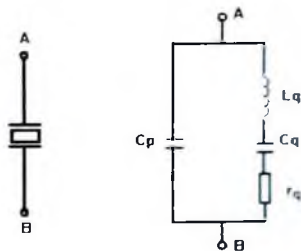
3.3.5. Dao động thạch anh

3.3.5.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động chuẩn thạch anh.

3.3.5.2. Nguyên tắc hoạt động

Khi cần mạch tạo dao động có tần số dao động cao người ta thường dùng mạch tạo dao động có thạch anh. Thạch anh có sơ đồ tương đương như sau:



Thạch anh có hai tần số cộng hưởng: nối tiếp và song song.

Tần số cộng hưởng nối tiếp: $f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q C_q}}$

Tần số cộng hưởng song song: $f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_q C_{td}}}$

trong đó $C_{td} = \frac{C_q C_p}{C_q + C_p}$.

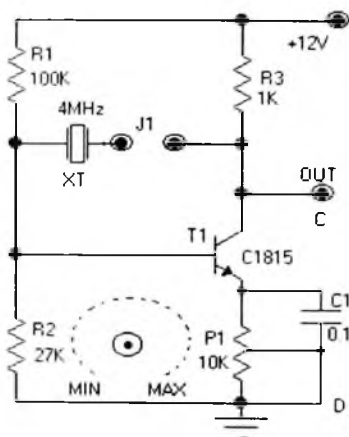
Khung dao động thạch anh có thể đạt độ ổn định tần số:

$$\frac{\Delta f}{f_0} = 10^{-6} \div 10^{-10}$$

Trên hình vẽ A4-5 mạch sử dụng thạch anh XT công tác tại chế độ cộng hưởng song song.

Khi đó mạch tương tự với mạch dao động ba điểm điện dung. Tần số dao động bằng với tần số cộng hưởng riêng của thạch anh.

Điều chỉnh biến trở P1 để có dao động ra ổn định.



Hình A4-5. Bộ dao động thạch anh.

3.3.5.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn + 12V cho mảng sơ đồ A4-5.

2. Ngắt J1. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1. Đo sụt thế trên trở R3, tính dòng qua T1. Chỉnh biến trở P1 để dòng qua T1 $\approx 3 - 4\text{mA}$ cho tranzitor dẫn ở chế độ khuếch đại.

3. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 5V/cm

Đặt thời gian quét của dao động ký ở 1ms/cm.

Chỉnh cho tia nằm giữa màn dao động ký. Sử dụng các nút chỉnh vị trí để dịch tia theo chiều X và Y về vị trí dễ quan sát.

Nối kênh 1 dao động ký với lối ra C.

4. Nối J1 để tạo mạch phản hồi tín hiệu. Quan sát tín hiệu ra, điều chỉnh biến trở P1 để tín hiệu ra không bị méo dạng. Vẽ lại dạng tín hiệu ra.

5. Đo chu kỳ xung, tính tần số máy phát: $f(C3-L) = 1/T(\text{giây})$

$T = \dots\dots\dots$

$F = 1/T(\text{giây}) = \dots\dots\dots$

BÀI 5. SƠ ĐỒ DAO ĐỘNG TÍN HIỆU KHÁC SIN

1. MỤC ĐÍCH

Mục đích của bài thực hành là tìm hiểu các mạch dao động khác sin như: mạch tạo dao động đa hài (tạo dãy xung vuông), mạch đơn hài hay mạch tạo xung tam giác.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

Để thực hành tốt được bài thí nghiệm yêu cầu sinh viên cần nắm rõ một số điểm sau:

Quá trình phóng nạp của tụ điện qua điện trở và các khóa điện tử (transistor). Sự chuyển trạng thái của các khóa điện tử ở các vị trí ngưỡng, quá trình tạo dao động trong các mạch đa hài (dao động có rất nhiều tần số khác nhau thường có phổ tần số gần như liên tục trong một đoạn nào đó).

Đặc trưng điện trở âm của UJT (trong quá trình dao động có những lúc diode có điện trở thuần âm tức là $R_{diode} < 0$), ứng dụng trong việc tạo dao động.

3. NỘI DUNG THỰC HÀNH

3.1. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG

- + Thiết bị chính cho thực tập điện tử tương tự ATS-11N.
- + Khối thí nghiệm AE-105N cho bài thực tập về dao động (gắn lên thiết bị ATS-11N).
- + Dao động ký hai tia.
- + Phụ tùng: dây có chốt cắm hai đầu.

3.2. CẤP NGUỒN VÀ NỐI DÂY

Chú ý: Khối AE-105N chứa bốn mảng sơ đồ A5-1... 4, với các chốt cấp nguồn riêng. Khi sử dụng mảng nào cần nối dây cấp nguồn cho mảng sơ đồ đó. Đất (GND) của các mảng sơ đồ đã được nối sẵn với nhau, do đó chỉ cần nối đất chung cho toàn khối AE-105N.

+ Bộ nguồn chuẩn DC POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các thế chuẩn $\pm 5V$, $\pm 12V$ ổn định.

+ Bộ nguồn điều chỉnh DC ADJUST POWER SUPPLY của thiết bị ATS-11N cung cấp các giá trị điện thế một chiều từ +15V đến -15V. Khi vận các biến trở chỉnh nguồn, cho phép định giá trị điện thế cần thiết. Sử dụng đồng hồ đo thế DC trên thiết bị chính để xác định điện thế đặt vào các bản mạch thí nghiệm.

+ Khi thực tập phải cung cấp nguồn của ATS-11N tới cấp trực tiếp cho mảng sơ đồ cần khảo sát (chú ý cần đấu nối các chốt nguồn đúng điện áp và cực âm dương).

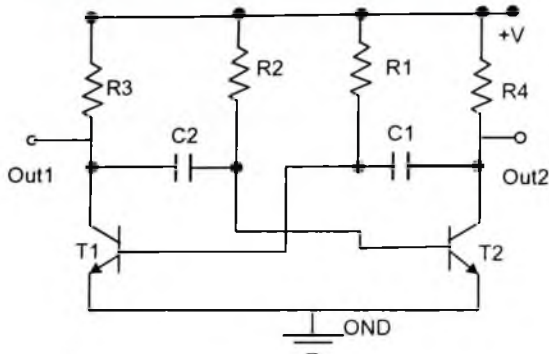
Chú ý: Kiểm đúng phân cực của nguồn và đồng hồ đo.

3.3. CÁC BÀI THỰC TẬP

3.3.1. Sơ đồ dao động đa hài

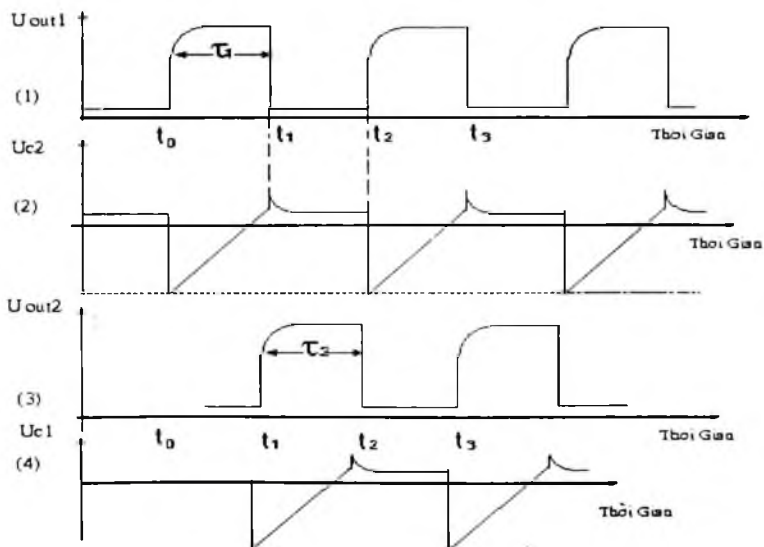
3.3.1.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ dao động đa hài đối xứng (chu kỳ dao động $T_1 = T_2$) và không đối xứng dùng tranzitor (chu kỳ dao động T_1 khác T_2).



Hình 5- 1a. Sơ đồ nguyên lý mạch đa hài.

Mạch đa hài tự dao động có hai trạng thái cân bằng không bền (T1 mở, T2 khóa và T1 khóa T2 mở). Mỗi trạng thái chỉ ổn định trong một thời gian hạn chế nào đó rồi tự động chuyển sang trạng thái kia và ngược lại.



Hình 5-1b. Giải đồ xung bộ đa hài.

Hai trạng thái trên của mạch đa hài tự dao động còn gọi là hai trạng thái chuẩn cân bằng.

Đây là hai tầng khuếch đại có phản hồi dương tức là $K \cdot \beta \gg 1$.

Trong đó K là hệ số khuếch đại của tranzitor β là hệ số hồi tiếp của mạch.

3.3.1.2. Nguyên lý hoạt động

Việc hình thành xung vuông ở cửa ra được thực hiện sau một thời gian, $\tau_1 = t_1 - t_0$ đối với cửa ra 1, hoặc $\tau_2 = t_2 - t_1$ đối với cửa ra 2. Nhờ các quá trình đột biến chuyển trạng thái của sơ đồ tại các thời điểm t_0, t_1, t_2, \dots

Trong khoảng thời gian τ_1 , tranzitor T1 khoá T2 mở. Tụ C1 được nạp đầy điện tích trước lúc t_0 , bây giờ nó phóng điện qua đường $C1 \rightarrow T2_{CE} \rightarrow GND \rightarrow V_{cc} \rightarrow R1 \rightarrow C1$ làm điện thế trên bazơ của T1 thay đổi theo hình 5 - b2. Đồng thời trong thời gian này, tụ C₂ được nguồn Vcc nạp theo đường $C2 \rightarrow T2_{BE} \rightarrow GND \rightarrow V_{cc} \rightarrow C2$ làm điện thế trên bazơ của T2 thay đổi theo hình 5-b4.

Chú ý: B, E, C là các cực của tranzitor.

Lúc $t = t_1$, $U_{B1} = 0,6V$ tranzitor T1 mở, xảy ra quá trình đột biến lần thứ nhất, nhờ mạch hồi tiếp dương làm sơ đồ lật trạng thái T1 mở, T2 đóng.

Trong khoảng thời gian $\tau_2 = t_2 - t_1$ trạng thái trên được giữ nguyên, tụ C2 (đã được nạp trước lúc t_1) bắt đầu phóng điện và tụ C1 bắt đầu quá trình nạp điện tương tự như đã nêu trên cho tới lúc $t = t_2$, $U_{B2} = 0,6 V$ làm T2 mở và xảy ra đột biến lần thứ hai, chuyển sơ đồ về trạng thái ban đầu T1 khoá, T2 mở.

Chu kỳ xung của lối ra:

$$T_{ra} = \tau_1 + \tau_2$$

Ở đây, chu kỳ tín hiệu ra chủ yếu phụ thuộc vào R_1 , R_2 , C_1 , C_2 bỏ qua yếu tố như điện trở của tranzitor và R_3 , $R_4 \gg R_1$, R_2 , ta có công thức gần đúng sau:

$$\tau_1 = R_1 C_1 \ln 2 \approx 0.7 R_1 C_1$$

$$\tau_2 = R_2 C_2 \ln 2 \approx 0.7 R_2 C_2$$

Nếu chọn đối xứng $R_1 = R_2$, $C_1 = C_2$, T_1 giống hệt T_2 ta có $\tau_1 = \tau_2$ và nhận được đa hài đối xứng, ngược lại ta được đa hài không đối xứng τ_1 khác τ_2 .

Biên độ của xung ra được xác định gần đúng với giá trị của nguồn V_{cc} cung cấp.

Để tạo ra các xung có tần số thấp lớn hơn 1000Hz, các tụ C_1 , C_2 trong sơ đồ cần có điện dung rất lớn. Còn cần tạo ra các xung có tần số cao hơn 10kHz do ảnh hưởng quán tính, điện dung ký sinh của tranzitor làm xấu các thông số của xung vuông.

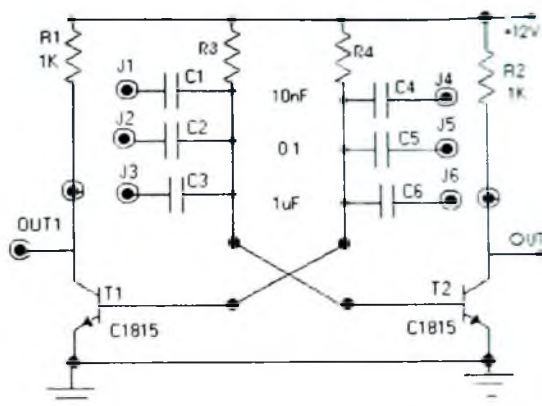
Như vậy, mạch đa hài dùng tranzitor chỉ dùng ở tần số trung bình, ở vùng tần số thấp và cao người ta đưa ra sơ đồ đa hài dùng IC tuyến tính, ở tần số cao, chính xác người ta dùng máy phát thạch anh.

3.3.1.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A5-1.

2. Chưa nối các J, để ngắt các mạch phản hồi cho T_1 , T_2 . Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T_1 , T_2 . Đo sụt thế trên trở R_1 , R_2 , tính dòng qua T_1 , T_2 . Các tranzitor phải được dẫn gần bão hoà hoặc bão hoà (thế trên collector T_1 , T_2 gần hoặc bằng 0).

3. Dùng dao động ký để quan sát và đo tín hiệu. Nối kênh 1 dao động ký với lối ra OUT1, kênh 2 dao động ký với lối ra OUT2.



Hình A5-1. Bộ dao động đa hài.

4. Nối các cặp chốt J theo bảng A5-1. Tại mỗi cặp nối, quan sát và vẽ lại dạng tín hiệu ra. Đo chu kỳ T xung ra, tính tần số máy phát: $f = 1/T(\text{giây})$.

	Nối J1&J4	Nối J2&J5	Nối J3&J6	Nối J1&J5	Nối J2&J4
Dạng xung ra					
Tính CR (F.Ω=sec)	C1.R3= C4.R4=	C2.R3= C5.R4=	C3.R3= C6.R4=	C1.R3= C5.R4=	C2.R3= C4.R4=
T(giây)					
F(Hz)=1/T					
K=T/RC					

Giải thích nguyên tắc hoạt động của sơ đồ. Kết luận về vai trò của mạch CR trong việc hình thành xung ra. (Hiểu nguyên tắc hoạt động của từng thành phần trong sơ đồ, nhất là ảnh hưởng thông số của R, C tạo ra chu kì của xung ra).

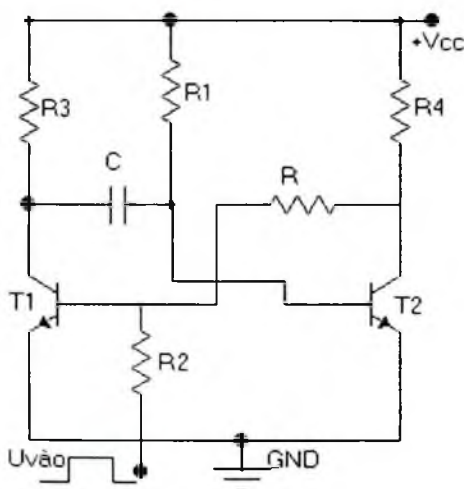
3.3.2. Sơ đồ đơn hài

3.3.2.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của bộ đơn hài hình thành dạng tín hiệu.

Chú ý: Xem dạng xung lỗi vào có ảnh hưởng như thế nào xung lỗi ra.

3.3.2.2. Nguyên lý hoạt động



Hình 5 - 2a. Sơ đồ nguyên lý của mạch đơn hài.

Mạch đa hài đơn là mạch có một trạng thái ổn định bền. Trạng thái thứ hai của nó ổn định trong một thời gian nhất định nào đó sau đó lại quay trở lại trạng thái cân bằng bền ban đầu.

Như trong sơ đồ trên thì T1 khoá, T2 mở bão hoà nhờ điện trở R1.T2 mở bão hoà nên làm cho $U_{T_{B1}} \approx U_{C2} \approx 0$ nên làm cho T1 khoá, đây là trạng thái ổn định bền.

Khi lối vào có một xung kích dương đủ lớn làm cho T1 mở. Lúc đó điện thế trên cực C của tụ C giảm từ $+V_{cc}$ xuống gần bằng 0. Bước nhảy điện áp này qua mạch R₁C đặt toàn bộ lên cực B của T2 làm cho điện thế trên B của T2 đang ở mức thông (khoảng 0.6V) giảm xuống $-V_{cc} + 0,6 \approx -V_{cc}$ làm cho T2 bị khoá. T1 duy trì trạng thái mở một khoảng thời gian ngay cả khi điện áp vào bằng 0. Tụ C bắt đầu nạp điện từ T1 \rightarrow GND làm cho điện thế trên cực B của T2 tăng dần và sau một thời gian thì T2 sẽ mở và qua mạch hồi tiếp dương R₁, R₂ đưa mạch về trạng thái ban đầu đợi xung kích tiếp theo.

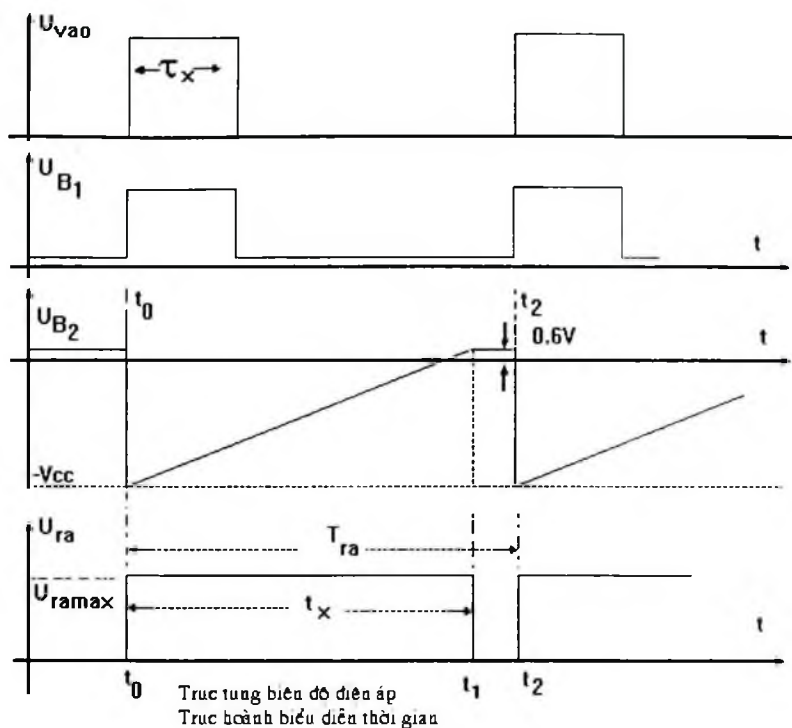
Như vậy là ứng với một xung lối vào ta có một xung lối ra và độ rộng xung phụ thuộc vào tham số của mạch. Nói một cách đơn giản thì mạch này tác dụng sửa độ rộng xung.

Thường người ta chọn $T > t_x > t$.

ở đây: T - chu kì xung vào;

t_x - độ rộng xung ra;

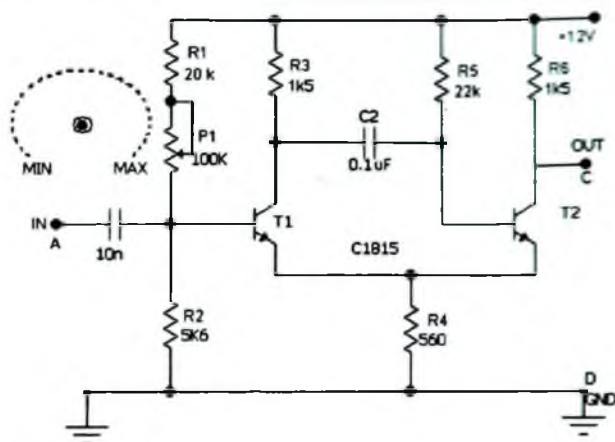
t - độ rộng của xung vào.



Hình 5-2b. Giải đồ xung của mạch đơn hài.

3.3.2.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A5-2:



Hình A5-2. Sơ đồ đơn hài dùng tranzitor.

2. Đặt thang đo thế lỗi vào của dao động ký ở 5V/cm, thời gian quét 1ms/cm.

- Chính cho cả hai tia nằm giữa khoảng phần trên và phần dưới của màn dao động ký.

- Nối kênh 1 dao động ký với lỗi vào IN/A. Nối kênh 2 dao động ký với lỗi ra OUT/C.

3. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1, T2. Đo sụt thế trên trở R3, R6 tính dòng qua T1, T2. Chính biến trở P1 để T1 cấm, không có dòng qua, T2 dẫn.

4. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị ATS-11N ở chế độ: phát dạng vuông góc (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình vuông góc), tần số 1kHz (công tắc khoảng RANGE ở vị trí 1k và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tinh FREQUENCY). Biên độ ra 100mV (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

5. Nối lối ra máy phát xung với lối vào A/IN của mạch A5-2. Tăng dần biên độ máy phát xung cho đến khi lối ra có tín hiệu. Đo biên độ xung vào và điện thế tại base T1 (thế ngưỡng) thế tại emitter T1 - T2.

6. Đặt biên độ xung máy phát = 500mV. Vận biến trở P1 cho đến khi lối ra xuất hiện tín hiệu.

Giải thích mối liên hệ giữa thế base T1 và biên độ xung cần để khởi động sơ đồ.

7. Đo độ rộng xung ra, tìm hệ số k liên hệ giữa độ rộng xung ra với C2.R5:

$$\tau = k.C2.R5$$

8. Vẽ lại dạng tín hiệu tương ứng tại các điểm:

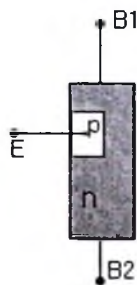
- Tín hiệu vào;
- Tín hiệu collector T1;
- Tín hiệu base T;
- Tín hiệu collector T2 (lối ra).

Giải thích quá trình hình thành độ rộng xung ra?

3.3.3. Sơ đồ máy phát UJT

3.3.3.1. Nhiệm vụ

Tìm hiểu nguyên tắc làm việc, tính chất đóng mở của UJT nhất là tại sao, lúc nào UJT lại có điện trở âm và nguyên tắc phóng nạp của tụ điện.



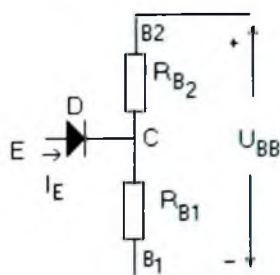
3.3.3.2. Nguyên lý hoạt động

Sơ đồ nguyên lý và dạng sóng dao động được trình bày như hình dưới đây:

a) Tranzitor một chuyển tiếp (UJT)

Tranzitor một chuyển tiếp (Unijunction tranzitor - UJT) đôi khi còn gọi là điốt 2 đáy. Tuy gọi là tranzitor nhưng nó có nguyên lý hoạt động khác hoàn toàn so với tranzitor lưỡng cực hay tranzitor trường.

UJT được chế tạo trên một phiến bán dẫn N pha tạp ít. Người ta tạo ra một vùng bán dẫn loại P pha tạp nhiều sau đó từ miền bán dẫn loại P này nối ra một điện cực gọi là emitter (E). Hai đầu của phiến N nối ra hai điện cực gọi là bazơ 1 và bazơ 2 như hình vẽ bên.



Từ cấu tạo của UJT ta có sơ đồ tương đương như sau:

Nếu đặt vào B1, B2 một điện áp như hình vẽ thì ta có thể tính được điện áp tại điểm C so với B1 khi E hở mạch.

$$U_1 = U_{BB} R_{B1} / (R_{B1} + R_{B2}) = U_{BB} / R_{BB}$$

Điện áp U_1 cũng chính là điện áp đặt vào catot của diode D. Khi E hở mạch chỉ có dòng I_{B2} chạy từ B2 đến B1.

$$I_{B2} = U_{BB} / R_{BB}$$

Nếu E nối đất hay hở mạch thì diode D bị phân cực ngược và khi ấy qua emitter E chỉ có dòng ngược I_{E0} qua.

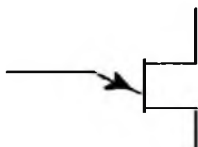
Bây giờ ta xét trường hợp đặt vào EB1 một điện áp dương. Khi tăng U_{EB1} từ giá trị 0 đến U_1 thì I_{E0} giảm xuống 0 vì khi đó điện áp catot và anot của diode D là như nhau. Tiếp tục tăng U_{EB1} thì diode D sẽ

phân cực thuận, tạo ra dòng thuận chạy từ cực E vào phần bazơ của UJT. Khi dòng thuận xuất hiện thì các hạt dẫn được phun từ miền emitter vào miền bazơ làm cho số hạt dẫn của miền bazơ B_1 tăng lên đột ngột, làm cho điện trở R_{B1} giảm đi. Vì R_{B1} giảm làm cho U_1 ngày càng giảm làm cho điện áp phân cực thuận đặt lên D có xu hướng tăng lên, dòng I_E thuận tăng làm cho U_1 tiếp tục giảm.

Như vậy, I_E có xu hướng ngày một tăng trong khi U_{EB} có xu hướng ngày một giảm. Đó chính là nguyên nhân xuất hiện hiệu ứng điện trở âm trong UJT.

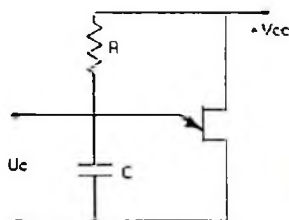
Tuy nhiên, I_E không thể tăng mãi mà nó bị giới hạn bởi điện trở nội của nguồn

Kí hiệu của tranzitor UJT như sau:

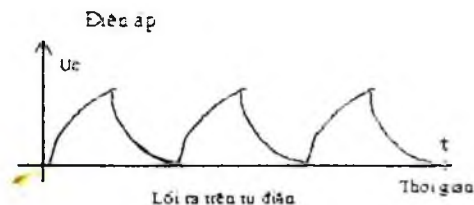


b) Mạch tạo xung dùng tranzitor UJT

Sơ đồ nguyên lý và dạng sóng dao động được trình bày như hình dưới đây:



Sơ đồ nguyên lý của mạch tạo xung dùng UJT

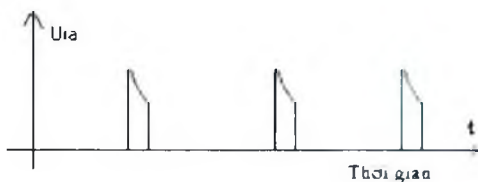
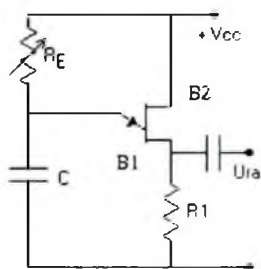


Dạng sóng của mạch tạo xung dùng UJT

c) Nguyên lý làm việc

Tụ C được nạp điện từ nguồn $+V_{cc}$ qua R_E . Khi điện áp trên tụ bằng $\sim +0.7V$ thì UJT mở và tụ C phóng điện qua UJT làm cho điện áp trên hai cực của tụ giảm xuống bằng điện áp bão hoà của UJT khi đó UJT đóng và tụ C lại nạp một lần nữa, quá trình lặp đi lặp lại nên điện áp trên tụ điện sẽ có dạng răng cưa.

Nếu mắc B1 của UJT với một điện trở R1 thì lõi ra được dạng xung có độ rộng xung rất nhỏ.



Sơ đồ nguyên lý của mạch.

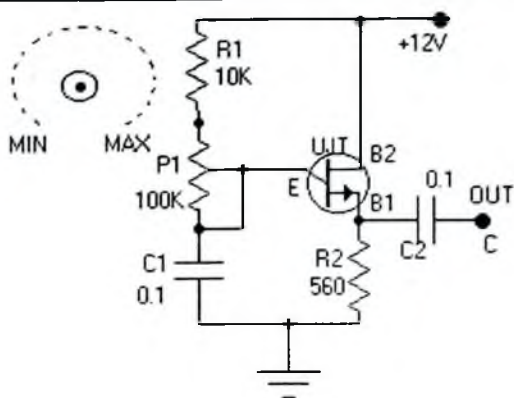
Dạng sóng của mạch tạo xung dùng UJT.

3.3.3.4. Các bước thực hiện

- Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A5-3.
- Đặt thang đo thế lõi vào của dao động ký ở 2V/cm/thời gian quét ở 1ms/cm.

Chỉnh cho cả hai tia nằm giữa khoảng phân trên và phân dưới của màn dao động ký.

Nối kênh 1 dao động ký với lõi ra OUT/C.



Hình A5-3. Máy phát xung sử dụng UJT.

c. Quan sát tín hiệu ra. Vẽ lại dạng tín hiệu. Thay đổi biến trở P1, quan sát sự thay đổi chu kỳ xung ra. Giải thích nguyên tắc hoạt động của sơ đồ?

Chú ý: Thay đổi biến trở P liên quan đến thời gian tích điện của tụ. Thay đổi giá trị điện dung của C1, điện trở R2 liên quan tới độ kéo dài xung ra.

3.3.4. Sơ đồ hình thành tín hiệu dạng tam giác

3.3.4.1. Nhiệm vụ

Để hiểu được nguyên tắc làm việc của ta phải tìm hiểu nguyên tắc làm việc và đặc trưng của tụ điện phóng điện qua tranzitor với điều kiện dòng ổn dòng (chú ý là chỉ khi có dòng ổn áp lối ra mới là xung tam giác).

3.3.4.2. Nguyên lý hoạt động

Bộ hình thành xung tam giác dựa vào sự phóng nạp của tụ điện. Ở chế độ tĩnh, T1 luôn thông, $U_{ra} \sim 0$.

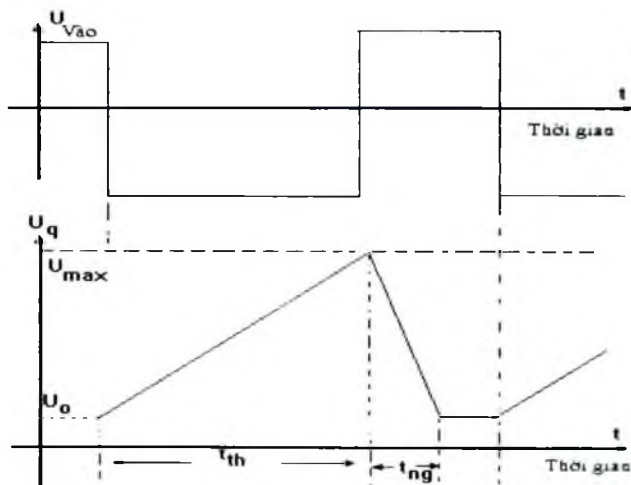
+) Quá trình quét thuận:

Trong thời gian có xung điều khiển vuông cực tính âm đưa tới base của T1. T1 đóng, tụ C1 được nạp điện qua T2 với một nguồn dòng gần như không đổi do đó điện áp lấy ra trên tụ điện C1 là

$$U_c = \frac{1}{C_1} \int i_c dt = \frac{i_c}{C} \cdot t \quad (\text{vì } i_c \text{ bằng hằng số}). \text{ Đây là hàm tuyến tính bậc nhất theo } t.$$

+) Quá trình quét ngược:

Khi hết xung điều khiển T1 lại mở bão hòa, tụ điện C sẽ phóng điện qua T1. Vì điện trở thông mạch của T1 là rất nhỏ nên thời gian phóng của tụ là rất nhỏ có thể nói là tức thời nên quá trình quét thuận xảy ra với thời gian ngắn.



Hình 5-4a. Dạng xung lối vào và ra của mạch tạo xung tam giác

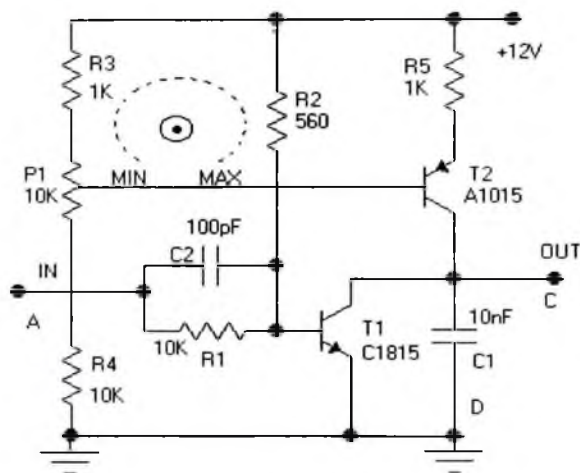
$$T_{\text{thuận}} \gg T_{\text{ngược}}$$

3.3.4.3. Các bước thực hiện

1. Cấp nguồn +12V cho mảng sơ đồ A5-4.

2. Đặt thang đo thế lối vào của dao động ký ở 2V/cm, thời gian quét ở 1ms/cm.

Chỉnh cho cả hai tia nằm giữa khoảng phần trên và phần dưới của màn dao động ký. Nối kênh 1 dao động ký với lối ra OUT/C.



Hình A5-4. Bộ hình thành xung dạng tam giác.

3. Kiểm tra chế độ một chiều cho tranzitor T1, T2. Nối lối vào IN/A lên nguồn 10V. Đo sụt thế trên trở R5 tính dòng qua T1, T2. Chỉnh biến trở P1 để T2 dẫn dòng $\approx 5 \div 6\text{mA}$. Sụt thế trên collector T1 ≈ 0 vì T1 mở bão hoà.

4. Đặt máy phát tín hiệu FUNCTION GENERATOR của thiết bị ATS-11N ở chế độ: phát dạng vuông góc (công tắc FUNCTION ở vị trí vẽ hình vuông góc), tần số 1kHz (công tắc khoảng Range ở vị trí 1k

và chỉnh bổ sung biến trở chỉnh tần FREQUENCY). Biên độ ra 5V (chỉnh biến trở biên độ AMPLITUDE).

5. Quan sát tín hiệu ra. Vẽ lại dạng tín hiệu. Thay đổi biến trở P1, quan sát sự thay đổi chu kỳ xung ra. Giải thích nguyên tắc hoạt động của sơ đồ?

